



Construção de Edifícios Energeticamente Eficientes: Comparação entre as Classificações Sustentáveis SBTOOL-PT e PROCEL Edifica

PHILIPPE DIAS COTO

dezembro de 2016

CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS ENERGETICAMENTE EFICIENTES: COMPARAÇÃO ENTRE AS CLASSIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS SBTOOL-PT E PROCEL EDIFICA

PHILIPPE DIAS COTO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO

Orientador: Prof. José Manuel Martins Soares de Sousa

Co-Orientador: Prof. Dr. Henrique Dinis (Universidade Presbiteriana Mackenzie)

OUTUBRO DE 2016

ÍNDICE GERAL

Índice Geral	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas	xv
1 Introdução	1
2 Revisão da Literatura – O Estado da Arte.....	7
3 Conforto Ambiental.....	17
4 Estratégias para Eficiência Energética.....	25
5 Classificação da Eficiência Energética	33
6 Estudo de Caso: Hotel GJP Linx-Prodigy.....	63
7 Análise e Discussão dos Resultados	75
8 Conclusão	79
Referências Bibliográficas	81
Apêndice.....	89
Anexo A	93
Anexo B.....	95
Anexo C.....	97

RESUMO

O setor da construção em todo o mundo é uma das atividades mais poderosas, tendo forte influência na economia mundial, seja pela alta quantidade de emprego criado, seja pela colaboração para o produto interno bruto e pelo grande impacto ambiental, devido à ocupação do solo, à larga produção de resíduos e consumo de matéria-prima, água e energia. O que faz com que cada vez mais exista sua interação com o desenvolvimento sustentável. Os sistemas de avaliação e certificação de qualidade e sustentabilidade aplicadas as edificações possuem papel fundamental no projeto, na construção, no uso, na manutenção e na demolição, pois buscam regularizar padrões de avaliação para eleger técnicas e materiais que assegurem a redução destes impactos gerados. Cada vez mais se percebe a necessidade de aplicação dessas melhorias, principalmente no setor da construção civil que tem grande potencial para implantação destas técnicas e recursos. Portanto, o presente trabalho avalia esforços que permitam a construção de edifícios energeticamente eficientes, pela utilização de um conjunto de técnicas (passivas e/ou ativas) que visam reduzir os consumos energéticos dos edifícios ao longo do seu ciclo de vida, garantindo ao mesmo tempo conforto aos seus ocupantes. Essa dissertação tem como objetivo apresentar como a certificação sustentável portuguesa SBTOOL, a qual tem seus parâmetros divididos em três dimensões (social, ambiental e econômica), avalia uma edificação em território brasileiro no que diz respeito a eficiência energética. Para tal será utilizado como modelo a certificação PROCEL Edifica, voltada e preparada para a realidade brasileira incentivando o uso racional de energia elétrica, que já foi atribuída ao empreendimento em estudo. Ao fim pode-se observar como a certificação SBTOOL se comporta ao ser desmembrada de seus parâmetros e estar focada no que diz respeito a construções energeticamente eficientes. Demonstrando ser uma certificação flexível que pode ser naturalmente moldada a diferentes propósitos e em distintos tipos de edificações.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável; SBTOOL; Eficiência Energética; PROCEL Edifica.

ABSTRACT

The construction sector worldwide is one of the most powerful activities, having a strong influence on the world economy, is by the high amount of employment created, either by collaborating for the gross domestic product and the environmental impact, due to the occupation of the soil, to the large production of waste and consumption of raw materials, water and energy. What causes increasingly there is its interaction with sustainable development. Evaluation systems and quality certification and sustainability applied the buildings have a fundamental role in the design, construction, use, maintenance and demolition, did seek to regularise standards of evaluation to choose techniques and materials that ensure the reduction of these impacts generated. Increasingly realizes the need for implementation of these improvements, especially in the construction sector has great potential for implementation of these techniques and resources. Therefore, the present work evaluates efforts to allow the construction of energy efficient buildings, for the use of a set of techniques (passive and/or active) to reduce the energy consumption of buildings throughout their life cycle, while ensuring comfort to its occupants. This dissertation aims to present how sustainable portuguese SBTOOL certification, which has its parameters in three dimensions (social, environmental and economic), evaluates a building in Brazil with regard to energy efficiency. For this will be used as a model the PROCEL Edifica certification , focused and prepared for the brazilian reality by encouraging the rational use of electric energy, which has been assigned to the project under study. At the end you can see how the SBTOOL certification behaves to be spun off from its parameters and be focused with regard to energy-efficient buildings. Proving to be a flexible certification which can be naturally shaped the different purposes and in different types of buildings.

Keywords: Sustainable Development; SBTOOL; Energy Efficiency; PROCEL Edifies.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, pela coragem e pela fé, que conduzem o meu caminho, de acordo com o teu querer.

Ao Prof. Dr. Henrique Dinis, minha gratidão, por ter sido coorientador nesta etapa fundamental do meu desenvolvimento pessoal e profissional, que com paciência me orientou e acompanhou.

Ao Prof. José Manuel de Sousa, o qual foi meu orientador, por ter dividido sua experiência e cultura para a realização do presente trabalho.

Aos meus pais e irmão, que sempre estão ao meu lado, me apoiando e incentivando a buscar meus sonhos.

A minha namorada Johana Abreu, pelo carinho e motivação.

Aos meus amigos, os quais têm papel fundamental em minha vida, pelo companheirismo e experiências vividas.

ÍNDICE DE TEXTO

1	Introdução.....	1
1.1	Objetivos.....	2
1.1.1	Objetivo Geral.....	2
1.1.2	Objetivos Específicos	2
1.2	Justificativa	3
1.3	Metodologia.....	5
2	Revisão da Literatura – O Estado da Arte	7
2.1	A Construção e sua Evolução	7
2.2	O Meio Ambiente e a Construção Civil	9
2.3	Panorama Energético.....	12
2.4	Desenvolvimento Sustentável e o Clima	14
3	Conforto Ambiental	17
3.1	Conforto Térmico.....	17
3.2	Ventilação e Iluminação Natural.....	18
4	Estratégias para a Eficiência Energética.....	25
4.1	Estratégias Passivas	26
4.2	Estratégias Ativas	29
5	Classificação de Eficiência Energética	33
5.1	Certificação PROCEL Edifica	34
5.1.1	Envoltória.....	37
5.1.2	Sistema de Iluminação.....	42
5.1.3	Condicionamento de Ar	46

ÍNDICE DE TEXTO

5.1.4	Pré-Requisitos Gerais.....	48
5.1.5	Bonificações.....	48
5.1.6	Pontuação Final	49
5.2	Certificação SBTOOL.....	50
5.2.1	Parâmetros para o Estudo	53
5.2.2	Pontuação Final	59
6	Estudo de Caso: Hotel GJP Linx-Prodigy.....	63
6.1	Certificação PROCEL Edifica	64
6.2	Certificação SBTOOL.....	67
7	Análise e Discussão dos Resultados	75
7.1	Melhorias	75
7.2	Dificuldades e Benefícios	77
8	Conclusão	79
8.1	Desenvolvimentos Futuros	80
	Referências Bibliográficas.....	81
	Apêndice.....	89
	Anexo A.....	93
	Anexo B.....	95
	Anexo C.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Unidades lançadas na cidade de São Paulo	5
Figura 2.1 – População mundial estimada 1950-2000 e projeções: 2000-2050	9
Figura 2.2 – Emissões de dióxido de carbono por setor econômico	11
Figura 2.3 – Matriz energética brasileira – renovável x não renovável	13
Figura 2.4 – Produção anual de energia elétrica através de fonte hidráulica.....	13
Figura 2.5 – Percentual de uso final de energia residencial no Brasil	14
Figura 3.1 – Edificação com captador de vento	20
Figura 3.2 – Estratégia de ventilação com resfriamento do ar através do solo	21
Figura 3.3 – Diferença de ventilação com uso de pilotis.....	21
Figura 3.4 – Relação profundidade e altura do vão da abertura	23
Figura 3.5 – Diferença de propagação luminosa térmica entre: 1 policarbonato; 2 fibra de vidro; 3 domus prismáticos	24
Figura 4.1 – Detalhe vidro duplo	28
Figura 4.2 – Brise-soleil, estratégia para eficiência energética e diversidade visual	29
Figura 4.3 – Sistema de aquecimento de água por meio de painel solar	30
Figura 5.1 – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)	35
Figura 5.2 – Ângulo vertical de sombreamento (AVS)	38
Figura 5.3 – Ângulo horizontal de sombreamento (AHS).....	39
Figura 5.4 – Zoneamento bioclimático brasileiro.....	40
Figura 5.5 – Comparação de consumo elétrico.....	45
Figura 5.6 – Equação geral para classificação energética	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.7 – Esquema de certificação <i>SBTool^{PT}</i>	51
Figura 5.8 – Certificado de sustentabilidade <i>SBTool^{PT}</i>	62
Figura 6.1 – Implantação Hotel GJP Linx-Prodigy	63
Figura 6.2 – Perspectiva Hotel GJP Linx-Prodigy	64
Figura 7.1 – Transmitância térmica para paredes externas	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 – Síntese de resultados (balanço energético nacional 2015 – ano base 2014).....	4
Tabela 2.1 – Principais congressos internacionais sobre o ambiente.....	10
Tabela 3.1 – Componentes para aproveitamento da luz natural	22
Tabela 5.1 – Limites para obter nível A, na zona bioclimática dois	41
Tabela 5.2 – Parâmetros do IC máx e IC mín.....	42
Tabela 5.3 – Relação entre áreas de ambientes e áreas de controle independente.....	43
Tabela 5.4 – Comparativo de lâmpadas	46
Tabela 5.5 – Eficiência mínima para aquecedores de acumulação de água a gás.....	47
Tabela 5.6 – Classificação geral	50
Tabela 5.7 – Categorias, indicadores e parâmetros do SBTOOL	52
Tabela 5.8 – Previsão de consumo anual de água per capita no interior da edificação	56
Tabela 5.9 – Determinação do valor do potencial de ventilação natural (PVN)	58
Tabela 5.10 – Peso de cada indicador na aplicação da <i>SBTool</i> ^{PT}	60
Tabela 5.11 – Condições para classificação <i>SBTool</i> ^{PT}	61
Tabela 6.1 – Dados para o cálculo do IC.....	65
Tabela 6.2 – Potência instalada para cada atividade principal	66
Tabela 6.3 – Indicadores de eficiência energética	68
Tabela 6.4 – Informações do painel solar: Solar Minas SM 201	68
Tabela 6.5 – Volume anual de água consumida por habitante.....	70
Tabela 6.6 – Atendimento ao checklist	71
Tabela 6.7 – Obtenção da nota sustentável do GJP Linx-Prodigy	73

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável das cidades vem sendo discutidos à anos, se tornando cada vez mais criterioso e com inovações em estratégias bioclimáticas aplicadas ao modo construtivo, as quais amplificam a eficiência energética. A sustentabilidade e problemas ambientais são questões preocupantes ao se pensar no futuro, o que provoca procura por novas atitudes ambientalmente conscientes. De acordo com Rebelo (2011, p. 11) em nível mundial entre todas as atividades humanas, a que consome mais recursos e matérias-primas é o setor da construção, com elevados desperdícios e alta liberação de gases de efeito estufa (GEE), o que a torna a atividade menos sustentável. Em busca de uma solução a construção atual atenta-se a parâmetros como orientação solar adequada dos edifícios, o aproveitamento da iluminação natural e o uso de materiais eficientes, o que visa reduzir consumos e desperdícios.

Segundo o mesmo, no Relatório Brundtland, em 1987, elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, surgiu a definição mais famosa de desenvolvimento sustentável, a qual define como um desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para atender suas próprias necessidades. Porém as ações do Ser Humano parecem seguir em oposição ao conceito de sustentabilidade, o que requer uma mudança social e comportamental, já que para se alcançar a sustentabilidade a ética e os valores são tão importantes quanto avanços tecnológicos. Sem dúvida muitos dos problemas ambientais surgiram e se intensificam devido ao crescimento da população e das urbanizações desordenadas.

Barroso-Krause, Lomardo e Maior (2005, p. 7) demonstram que é importante um projeto de construção civil estar preparado para aproveitar o conjunto de recursos ambientais existentes, reduzindo o consumo de energia, minimizando os custos e garantindo o conforto ambiental, o que tem efeito direto sobre a saúde e a produtividade dos usuários. A fim de se aproveitar ao máximo as condições bioclimáticas, é fundamental o conhecimento das características climáticas e culturais da região em estudo e do perfil dos usuários, de maneira a assegurar o atendimento de ventilação, iluminação, arrefecimento e aquecimento de água, a um custo menor, com qualidade ambiental e com elevada eficiência energética.

Ao assegurar o aproveitamento das condições bioclimáticas, o projeto deve utilizar de métodos para avaliação de impactos ambientais de processos e produtos. Internacionalmente utiliza-se a Análise do Ciclo de Vida (LCA), presente na série de normas ISO 14.000, que é o procedimento de analisar a interação de um sistema, com o ambiente ao longo do seu ciclo de vida. Uma vez que todas as etapas da vida de um produto provocam impacto ambiental e devem ser verificadas.

Desempenho energético pode abordar desde grau de consumo de energia e de utilização até sua maneira de obtenção. Os estudos apresentados neste trabalho possibilitarão o aprimoramento nos conhecimentos de construções energeticamente eficientes. Os tópicos apresentados: conforto ambiental e estratégias construtivas contribuem para o aumento de possibilidades de sucesso, considerando a eficiência energética, na implementação de um projeto construtivo, e mostram a importância que têm a sustentabilidade a nível mundial (GOUVEIA; SANTOS, 2013, p. 14).

No final do presente trabalho apresenta-se uma comparação entre metodologias de avaliação de sustentabilidade de edifícios no âmbito de eficiência energética, *Sustainable Building Tool* – Portugal (*SBTool^{PT}*) e o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (PROCEL Edifica). O primeiro método avalia o desempenho do edifício em três dimensões: ambiente, sociedade e economia, através de seus parâmetros juntamente com a solução construtiva empregada no local. Já o segundo baseia-se na implementação da classificação de edificações no que diz respeito a sua eficiência energética, principalmente em três quesitos: desempenho térmico da envoltória, eficiência do sistema de iluminação e eficiência no sistema de condicionamento de ar.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade de construções dotadas de medidas de desempenho energético melhorado.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar os benefícios que medidas de racionalização energéticas podem conferir ao meio ambiente;
- Avaliar propostas de sistemas passivos e ativos para melhorar a eficiência energética em edifícios;
- Analisar a importância de zonas bioclimáticas;
- Analisar a poupança energética associada à climatização;
- Analisar e comparar os atributos das certificações, SBTool e PROCEL Edifica;

- Efetuar um estudo de caso baseado em um relatório oficial atribuído a edificação em estudo com a certificação PROCEL Edifica, analisando comparativamente os resultados da aplicação do SBTool;
- Avaliar a viabilidade de aplicação da certificação SBTOOL, em território brasileiro, visando a eficiência energética das edificações;
- Orientar alternativas energéticas capazes de contribuir para racionalização de recursos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Em um mundo urbanizado o desenvolvimento sustentável é o maior desafio, devido ao grande consumo de energia, geração de resíduos e esgotamento dos recursos hídricos. Técnicas arquitetônicas unidas à gestão inteligente do território são uma solução recente para o desenvolvimento sustentável, porém caro e exclusivo a uma minoria. Inovações grandiosas passam por investigações críticas e complexas, assim pode-se chegar a inovações mais acessíveis, com práticas replicáveis (LEITE, 2012, p. 13).

De acordo com Vosgueritchian (2006, p. 29) é essencial a visão construtiva e arquitetônica buscando soluções a proteção ao meio externo, assim proporcionando condições climáticas agradáveis ao meio interno da construção. Portanto no projeto deve atentar-se para orientação do empreendimento, uso de materiais adequados e utilização de técnicas passivas para a preservação ambiental.

Para Gouveia e Santos (2013), devido à crise energética de 2001, a Lei 10.295/2001 foi decretada, a qual alinha a respeito de políticas de conservação e uso racional de energia. Ainda no mesmo ano, o Decreto 4059 determinou níveis máximos de consumo e mínimos de eficiência, demonstrando uma nova maneira de classificar as edificações em relação à eficiência energética. Programas e incentivos à conservação de energia são fundamentais, uma vez que no Brasil o consumo de energia nas edificações é significativo e sofre um aumento a cada ano, de 2013 para 2014 teve um aumento de 2,9%. Esses aumentos anuais implicam na oferta interna de energia (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 – Síntese de resultados (balanço energético nacional 2015 – ano base 2014)

Parâmetros	Unidade	1970	1980	1990	2000	2010	2014
Oferta Interna de Energia (OIE)	10 ⁶ tep	66,9	114,7	141,9	190,1	268,8	305,6
Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) ¹	TWh	45,7	139,2	249,4	393,2	350,4	624,3
População	10 ⁶ hab	95,7	122,2	148,1	174,7	196,4	203,6
PIB [2014] ²	10 ⁹ US\$	380,7	948	1.132,50	1.475,20	2.152,50	2.346,60
Indicadores	Unidade	1970	1980	1990	2000	2010	2014
PIB per capita	US\$/hab	3.983	7.768	7.656	8.454	10.973	11.539
OIE per capita	tep/hab	0,699	0,939	0,958	1,088	1,369	1,501
OIE por PIB [2014]	tep/10 ³ US\$	0,154	0,116	0,123	0,128	0,127	0,13
OIEE per capita	kWh/hab	478	1.139	1.684	2.251	2.802	3.066
OIEE por PIB [2014]	kWh/10 ³ US\$	120	147	220	266	255	266

1) Inclui importação e autoprodução

2) PIB divulgado pelo IBGE convertido para US\$ pela taxa média de câmbio de 2014 (Banco Central: US\$ 1,00 = R\$ 2,3529)

Fonte: EPE (2015).

Desde a criação do Selo PROCEL Edifica, em 2014, até o mês de maio de 2016, existem 38 edificações que possuem essa certificação (PROCEL, 2016). Comparando o número de edificações que contemplam a certificação com a quantidade de novos empreendimentos lançados em São Paulo em um ano (Figura 1.1), nota-se que a quantidade de certificações é ínfimo. Porém, mostra um passo na busca da consciência da conservação de energia. O Brasil deseja alcançar um melhor desempenho em sua matriz energética (GOUVEIA; SANTOS, 2013, p. 18).

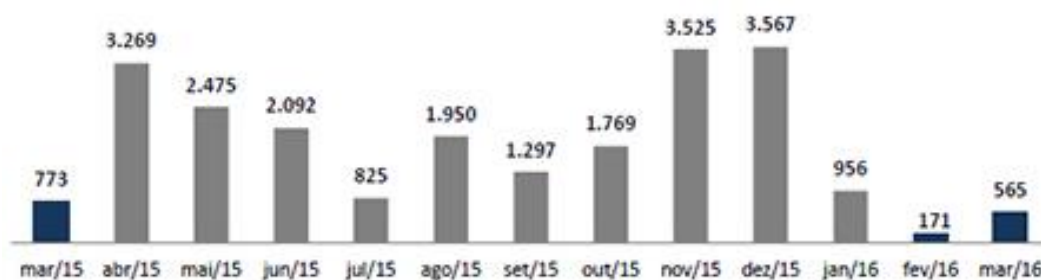


Figura 1.1 – Unidades lançadas na cidade de São Paulo

Fonte: SECOVI (2016).

O presente estudo compila informações a respeito da viabilidade de construções com estratégias que acrescentem eficiência energética estabelecendo um diferencial para manter e/ou engajar clientes, através da aplicação de uma certificação ambiental.

1.3 METODOLOGIA

Neste trabalho serão feitas pesquisas teóricas e estudo de caso comparativo envolvendo técnicas para reduzir o consumo energético e aplicação de certificações ambientais.

A pesquisa teórica será baseada na pesquisa bibliográfica, a qual abordará o histórico da construção e sua agressão ao meio ambiente, a importância da escolha do tipo de material, a importância do zoneamento bioclimático para eficiência de um projeto e os diferentes tipos de sistemas estratégicos que podem ser implementados na construção reduzindo gastos econômicos e realizando uma poupança energética.

E o estudo comparativo será baseado em cálculos e análises na diferença entre uma construção com a utilização de técnicas que visem reduzir os consumos energéticos da mesma ao longo do seu ciclo de vida, a qual possui a certificação PROCEL Edifica e a mesma construção aplicando a metodologia SBTool e seus parâmetros.

Também serão avaliadas as suas facilidades e dificuldades de implantação das certificações em edificações e a eficácia de ambas para se atingir uma boa classificação.

2 REVISÃO DA LITERATURA – O ESTADO DA ARTE

2.1 A CONSTRUÇÃO E SUA EVOLUÇÃO

A Terra encontra-se em constante transformação, independente da influência do ser humano. Porém este exerce grandes alterações, sem organização e preocupação, nos vários subsistemas da Terra (atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera), alterando as leis da natureza. No início o Homem não tinha necessidades em acumular bens, mas sim em se abrigar de intempéries, proteger-se de animais ferozes e outros rivais, sentindo segurança e podendo repousar num mínimo de conforto, a partir disto, vivia-se harmoniosamente com a natureza, apenas retirava o necessário do seu habitat (ORTIGOZA; CORTEZ, 2009, p. 92).

Segundo Burke e Keeler (2010), através das construções, de seus sistemas construtivos, materiais e tipologias podem-se obter informações importantes para a compreensão da evolução da capacidade humana em adaptar o meio ambiente, com o objetivo de garantir sua segurança e proporcionar-lhe conforto. Nos registros de construções se vê às mais variadas formas de habitar, passando de um mero local de abrigo contra animais e intempéries a um verdadeiro local de conforto, lazer e bem estar, onde as exigências são consideradas até o mínimo detalhe.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), a saúde é um estado de total bem estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doenças, o qual pode ser alcançado através do conforto das edificações em geral. Segundo Tres, Reis e Schlindwein (2011, p. 152) partindo deste princípio, o homem passou a desempenhar uma presença que interfere negativamente no ambiente, exigindo cada vez mais recursos do território para atender novas situações na construção, causando uma desproporção entre viver e ocupar o espaço. Como com o intuito de combater as adversidades das diferenças climáticas para se obter um conforto térmico, surgiram novos materiais, tecnologias e sistemas construtivos, os quais foram desenvolvidos com o intuito de amenizar o efeito das condições externas no interior dos edifícios, tornando-se uma resposta às novas necessidades de um mundo em modernização. Devido à disseminação dessas necessidades de países mais desenvolvidos, diversas sociedades chegaram a um ponto onde não é mais possível viver de forma sustentável.

Campos (2002, p. 21) afirma que para entender a evolução dos conhecimentos e tecnologias construtivas deve-se refletir sobre a evolução da construção ao longo do tempo. Segundo Tésio (2007,

p. 2) desde os tempos mais remotos essa reflexão é ditada pela Engenharia Civil e Arquitetura. No Brasil a Engenharia Civil iniciou de maneira simples, as obras eram realizadas por Oficiais Engenheiros e Mestres Pedreiros, os quais não possuíam faculdade, somente o conhecimento adquirido por gerações e mesmo assim essas construções ainda existem para deixar sua marca na história.

No início do século XX as construções residenciais e edifícios públicos eram construídos de forma simples, com pedra e cal nas áreas litorâneas e com taipa no restante do país. Através da introdução do estilo Neo-Clássico surgiram as construções em estrutura metálica e tijolos. No Brasil a primeira obra que se tem relatos de utilizar concreto armado é em 1905 com a ponte sobre o Rio Maracanã (TÉSIO, 2007, p. 10).

A Revolução Industrial proporcionou novos sistemas construtivos, materiais e inovações tecnológicas, como o elevador para transporte vertical. Esse possibilitou que as edificações se tornassem mais altas e, junto com a utilização do vidro, aço e concreto armado, foram cruciais na modificação da paisagem das cidades (CALDEIRA, 2011, p. 27).

Ainda Tésio (2007, p. 7), com a expansão das cidades, da cultura do café e posteriormente com o desenvolvimento industrial surgiram mudanças para atender as novas necessidades da época. Ainda hoje as cidades seguem crescendo e evoluindo, as construções estão cada vez mais irreverentes com luxo, beleza, tecnologias e desafiando a gravidade com prédios cada vez mais altos, os chamados arranha-céus. Isso fez com que centros de grandes metrópoles se tornassem escuros, sujos e com edifícios deteriorados. No entanto em 1991 surgiram iniciativas privadas as quais mostram que a Engenharia Civil não está apenas focada no novo, mas do mesmo modo na reforma do antigo, com revitalizações, o que busca um maior aproveitamento dos espaços existentes.

Segundo o grupo de trabalho de sustentabilidade AsBEA (2012, p. 8), em 2007 mais da metade da população passou a viver nas cidades, transformando a Terra em um planeta urbano. Países em desenvolvimento intensificam cada vez mais sua urbanização enquanto em outras regiões milhões de pessoas vivem em condições inadequadas, destruindo vegetação, afetando mananciais e habitando áreas de risco. Segundo Leite (2012, p. 8), o aumento dos potenciais da diversidade urbana, no século 21, revelam oportunidades para cidades mais sustentáveis e mais inteligentes do que as que tiveram expansão desenfreada no século 20. Porém o desenvolvimento sustentável é um grande desafio, ou seja, visar à economia do desenvolvimento relacionada ao não esgotamento de recursos existentes no planeta.

2.2 O MEIO AMBIENTE E A CONSTRUÇÃO CIVIL

O aumento populacional descontrolado das últimas décadas (Figura 2.1) contribui significativamente para crise ambiental mundial, onde a construção civil, a qual têm acompanhado o crescimento populacional e o desenvolvimento, exerce um impacto brutal no aumento de consumo de recursos e de matérias-primas, ocasionando desperdícios. As matérias-primas e a energia sempre foram imprescindíveis ao ser humano, no entanto com a Revolução Industrial os consumos aumentaram bruscamente, esta extrapolação pode em curto prazo elevar os problemas globais (REBELO, 2011, p. 10).

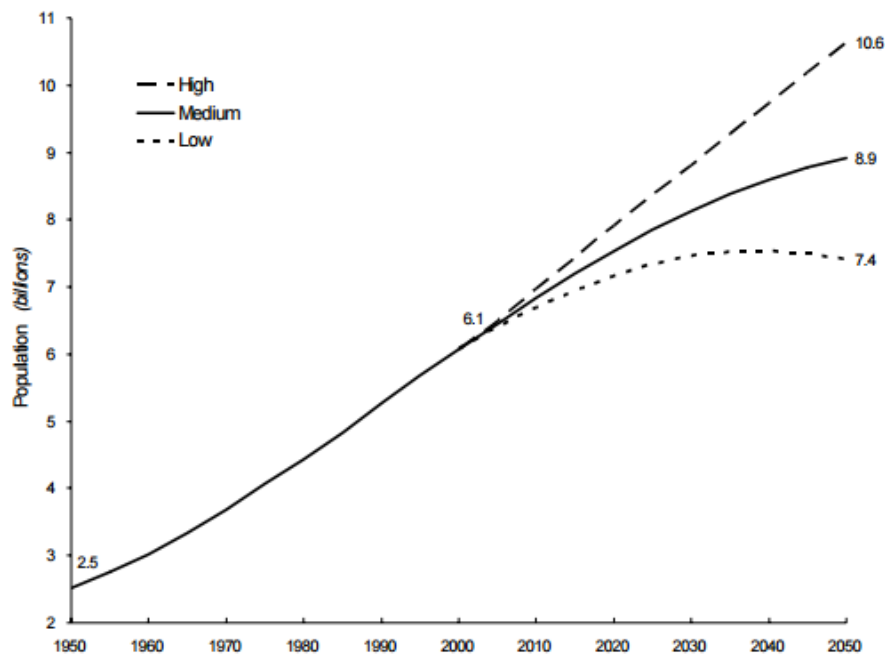


Figura 2.1 – População mundial estimada 1950-2000 e projeções: 2000-2050

Fonte: UNITED NATIONS (2004).

Segundo Pinheiro (2006, p. 17), a população mundial teve um aumento de mais que o dobro desde 1950, já ultrapassando os 6.500 milhões de habitantes. Também desde 1950 a economia global quintuplicou. Estas informações são importantes alterações, as quais levam a uma maior necessidade de consumo dos recursos naturais e de uso das atividades construtivas com relevantes efeitos ambientais.

Ainda de acordo com o mesmo, na Idade Média já existiam questões ambientais, como o caso de salubridade, mas a preocupação da população mundial com o desenvolvimento do planeta teve início na década de 60, quando surgiram os debates sobre os riscos da degradação do meio ambiente. Burke e Keeler (2010, p. 43) afirmam que nessa época, os líderes políticos começavam a ver que crises ambientais preocupavam todos os lugares do planeta, tanto em países menos desenvolvidos como em

países industrializados e independentes. Diversos países em desenvolvimento não apresentam políticas ambientais ou “verdes”.

De acordo com Rebelo (2011, p. 11), somente em 1972 começaram a ser organizados congressos e conferências (Tabela 2.1) para debater os problemas ambientais, como: perda da biodiversidade, degradação e esgotamento dos solos, escassez de água, poluição do ar, entre outros. Essas discussões buscam promover um desenvolvimento mais sustentável, através do uso dos recentes avanços científicos e técnicos. Para Pinheiro (2006, p. 17), a evolução tecnológica deve ser bem estudada, uma vez que para o setor da construção as alterações tecnológicas podem não repercutir na redução de impactos, como: em edifícios, apesar da constante inovação em tecnologias na construção civil, os consumos energéticos têm vindo a aumentar.

Tabela 2.1 – Principais congressos internacionais sobre o ambiente

Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento – Estocolmo (ONU)	1972
Convenção de Genebra sobre a Poluição do Ar (ONU)	1979
Estratégia Mundial para a conservação (UICN)	1980
Protocolo de Helsínquia sobre a Qualidade do Ar (ONU)	1983
Constituição pela ONU da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento	1983
Protocolo de Montreal sobre a Camada do Ozono (ONU)	1987
Nosso Futuro Comum – Relatório Brundtland (ONU)	1987
Livro Verde sobre o Meio Ambiente Urbano (União Europeia)	1990
Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e o Desenvolvimento (Rio 92) – Rio de Janeiro (ONU)	1992
Conferência Habitat (ONU)	1996
Conferência de Quioto sobre o Aquecimento Global (ONU)	1997
Conferência de Haia sobre as Mudanças Climáticas (ONU)	2000
Cimeira de Joanesburgo sobre o Desenvolvimento Sustentável (ONU)	2002
Conferência de Bali sobre Mudança Climática (ONU)	2007
Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas	2009
Cimeira de Copenhaga	2009
Conferência das Partes da Convenção sobre a Diversidade Biológica – Nagóia	2010

Fonte: REBELO (2011).

Em 1972, com os resultados da Conferência de Estocolmo, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que possui uma estratégia que trata das questões relacionadas aos recursos naturais, direitos humanos, sustentabilidade e normas ambientais para cada país, o que demonstrava uma maior preocupação com o meio ambiente pela sociedade (TORGAL; JALALI, 2007).

Porém apenas em 1987 essa preocupação tornou-se mais definitiva, através da publicação do Relatório de Brundtland, o qual tratava sobre questões de população, alimentação, segurança, saúde das espécies e dos ecossistemas, energia e indústria. Também foi onde se fez a primeira referência ao desenvolvimento sustentável, como o modelo que “permite satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras satisfazerem as suas” (BURKE; KEELER, 2010, p. 44).

Ainda segundo os mesmos, mais tarde em 1992, com a Conferência do Rio, a qual é considerada um evento histórico, uma vez que influenciou os congressos posteriores das Nações Unidas, foi aprovada a Agenda 21, a qual incentivava a adoção de estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável. Mais tarde em 1997, foi estabelecido o Protocolo de Quioto, o qual faz com que os países se comprometam com a diminuição dos gases de efeito estufa. No estudo de edificações sustentáveis o Protocolo de Quioto tem grande importância, uma vez que o setor com maior quantidade de emissões de dióxido de carbono é o das edificações (Figura 2.2). Em 2005, ano que o Protocolo entrou em vigor, 141 países haviam ratificado, o que demonstrava que mais de 70% dos países existentes no mundo preocupavam-se com as questões ambientais.

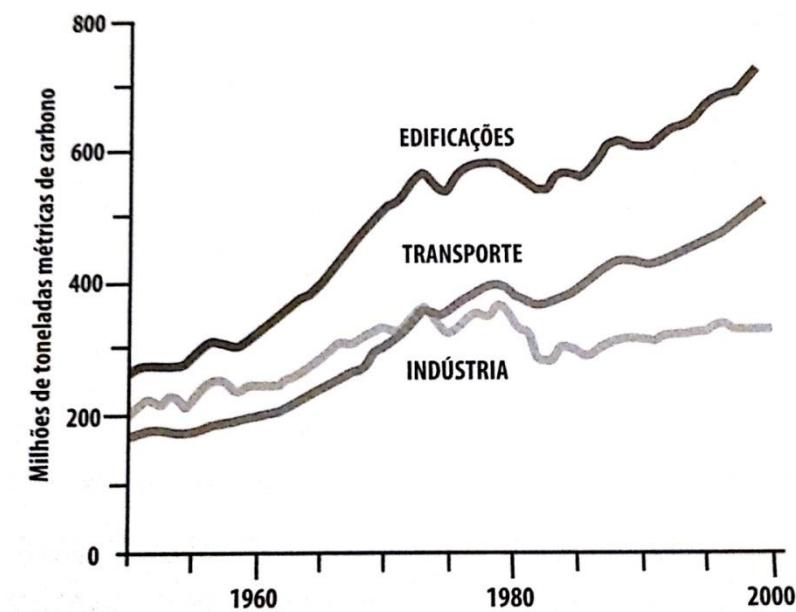


Figura 2.2 – Emissões de dióxido de carbono por setor econômico

Fonte: BURKE; KEELER (2010).

Há décadas os cientistas estudam as alterações climáticas, mas atualmente o tema ganhou valor e novos interesses, através da mentalização pública. Segundo Ürg-Vorsatz (2007, p. 14):

A mudança climática é reconhecida como uma das principais barreiras ao desenvolvimento sustentável. As recentes e alarmantes descobertas do Painel Intergovernamental sobre

Mudança Climática (IPCC, 2007) indicam que este processo está progredindo de forma ainda mais rápida do que a esperada.

Para o mesmo autor, desastres ambientais, que ocorrem cada vez com mais frequência podem estar relacionados às consequências dessas mudanças climáticas. Ainda de acordo com o mesmo, esta mudança climática é causada e acelerada pela emissão de GEE de todos os setores de uso final de energia, como: transporte, indústria, edificação, agricultura, energia e gerenciamento de resíduos. Entretanto no setor de edificações a contribuição das emissões mundiais de GEE, relacionados a energia, chegam a aproximadamente 30%, já que levando em consideração a indústria da construção e o ambiente construído, são um dos maiores consumidores de energia e materiais.

De acordo com o Governo Federal do Brasil (2012), na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, Rio+20, as maiores cidades do mundo assumiram o compromisso de diminuir as emissões de GEE em 12% até 2016, e em 1,3 bilhão de toneladas até 2030. Também houve o compromisso pela criação do primeiro Banco de Investimentos Verdes, com o objetivo de financiar projetos de infraestrutura com baixa emissão de carbono. As áreas que o governo demonstra mais interesse são a de eficiência energética, de energia eólica e destinação e tratamento correto de resíduos.

2.3 PANORAMA ENERGÉTICO

Devido à consequência no aquecimento global gerada pelo consumo de energia elétrica, proveniente de fontes térmicas, é inevitável a implementação de políticas de diminuição do consumo de energia elétrica. O crescimento demográfico e o aumento da construção de edificações têm um impacto significativo no consumo de energia elétrica do país. Porém esse consumo demonstra-se diferente para cada região do país, devido a costumes, cultura e principalmente o clima (ZECHMEISTER, et al. 2006, p. 13).

Para Gouveia e Santos (2013, p. 14), o Brasil sofreu o impacto da alta dos preços do petróleo, com a crise do petróleo em 1973, principalmente por sujeitar-se a importação do óleo bruto para consumo próprio. Esse acontecimento favoreceu a busca por fontes renováveis de energia e investimentos para a substituição de combustíveis derivados do petróleo.

Em função à grande extensão do território brasileiro, sua matriz energética possui grande diversidade. Nos últimos anos as fontes não renováveis têm crescido, principalmente o petróleo, devido ao desenvolvimento tecnológico do setor e a descoberta de novas reservas. A Figura 2.3 mostra esse aumento das fontes não renováveis (petróleo, gás natural, carvão e urânio) em comparação com as fontes renováveis (energia hidráulica, lenha, cana-de-açúcar e outras) (AVILÉS, 2009, p. 36).

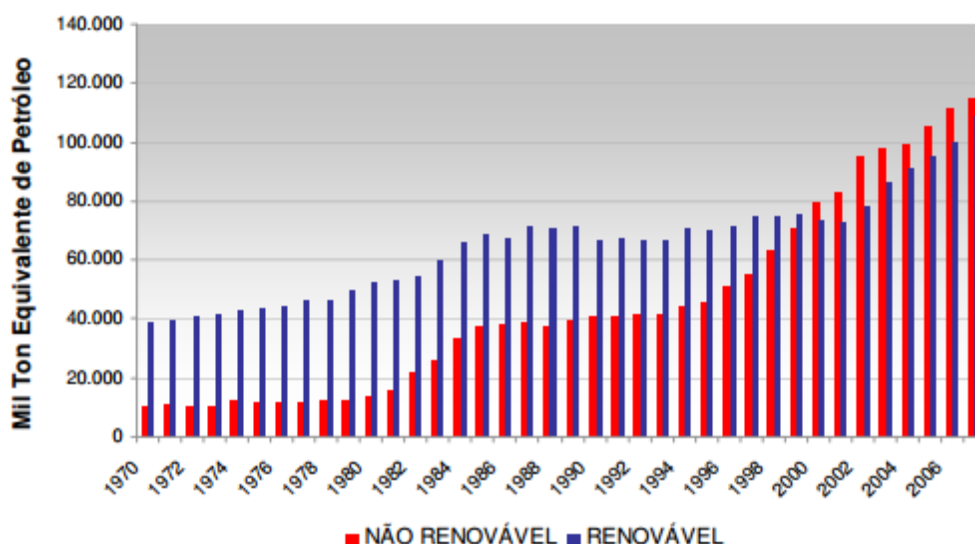


Figura 2.3 – Matriz energética brasileira – renovável x não renovável

Fonte: MME

Ainda, de acordo com o mesmo, o Brasil é o décimo maior produtor mundial de energia elétrica, os três primeiros são respectivamente EUA, China e Japão. No Brasil, a maior fonte geradora de energia são as usinas hidrelétricas, devido a abundância das bacias hidrográficas, com barragens e estruturas que fazem aproveitamento dos rios. Em vinte anos essa teve um aumento na produção anual de aproximadamente 75%. A Figura 2.4 demonstra a evolução desta fonte de energia e a interrupção ao seu crescimento em 2001, ano que ocorreu a crise do apagão.

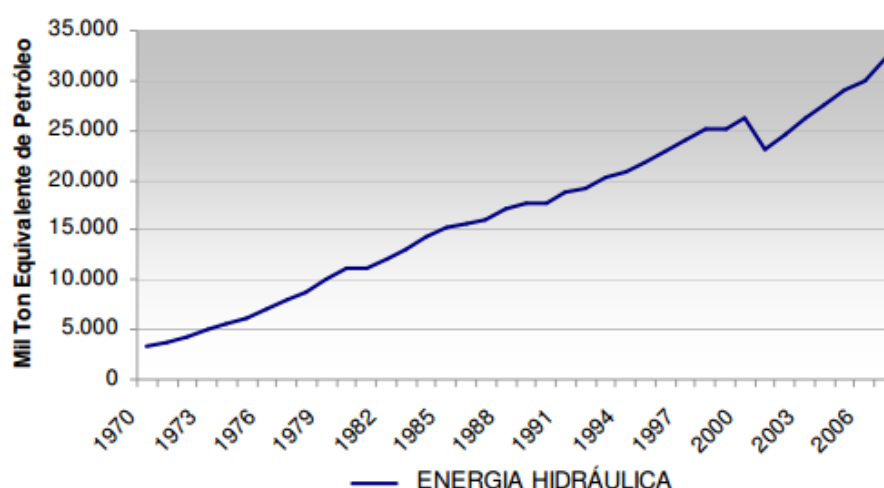


Figura 2.4 – Produção anual de energia elétrica através de fonte hidráulica

Fonte: AVILÉS (2009).

Graças ao crescimento não planejado desta fonte, em 2001 observaram-se vestígios de esgotamento. Desde então, surgiram preocupações governamentais associadas ao uso racional de energia elétrica. Em 17 de outubro foi estabelecida a Lei Nº 10.295, a qual diz respeito sobre a política nacional de

conservação e uso racional de energia. Esta lei indica sobre os níveis máximos de consumo, desenvolvimento de mecanismos que promoverão a eficiência energética e níveis mínimos exigidos de eficiência. Também explica que a eficiência energética está relacionada a projetos mais eficientes, os quais devem conter materiais de construção adequados e energias renováveis, em todas as etapas do empreendimento (GOUVEIA; SANTOS, 2013, p. 22).

O Governo Federal, em 2004, aprimorou o sistema do setor elétrico brasileiro. Onde criou a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), responsável pelo planejamento em longo prazo do setor elétrico, considerando aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais. Criou também o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), que tinha como função avaliar a segurança do fornecimento de energia elétrica (AVILÉS, 2009, p. 42). Para o entendimento do desenvolvimento sustentável, o qual é de interesse global, faz-se necessário o entendimento deste panorama energético

Segundo o MME, deve existir um uso mais racional dos recursos energéticos, através de hábitos, práticas e técnicas que empreguem a economia de eletricidade. No Brasil, aproximadamente 48% da energia elétrica consumida deriva da necessidade em atender o conforto interno das edificações, com iluminação artificial, ventilação ou condicionamento de ar forçado (Figura 2.5).

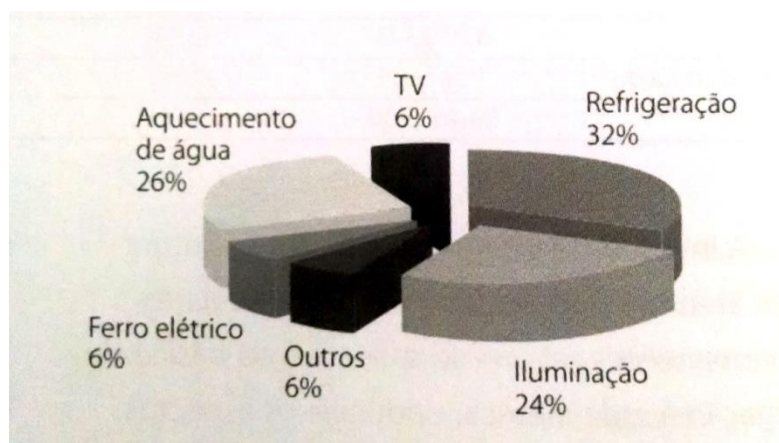


Figura 2.5 – Percentuais de uso final de energia residencial no Brasil

Fonte: PROCEL

2.4 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E O CLIMA

O desenvolvimento sustentável é um desafio discutido há algumas décadas. Para alcançar tal objetivo é necessário mudanças nos sistemas de produção, na organização da sociedade e na utilização de recursos naturais. Com a globalização, a discussão mundial a respeito do sistema sustentável de desenvolvimento tornou-se mais participativa e relevante nos tempos atuais, desde a Conferência de Estocolmo (REIS; ROMÉRO, 2012, p. 3).

Para esse desenvolvimento é mais importante a redução do consumo de energia, do que mudar a produção da mesma, principalmente pela queima de combustíveis não renováveis. O setor da construção civil consome uma grande parcela de energia, levando em consideração a produção e o transporte dos materiais de construção, mas principalmente o uso de energia durante o ciclo de vida da edificação (ZECHMEISTER, et al. 2006, p. 13).

De acordo com o MME, ao se utilizar técnicas para um melhor aproveitamento energético, como: ventilação e iluminação natural, energia limpa, sistemas construtivos e materiais adequados à região bioclimática, o potencial de conservação de energia pode chegar a 50%, comparado a edificações semelhantes, as quais não apliquem essas técnicas.

Segundo o grupo de trabalho de sustentabilidade AsBEA, em uma cidade que aplica-se o desenvolvimento sustentável deve existir condições econômicas adequadas e visar a adequação ambiental e social. Esse objetivo se deve a todos envolvidos no projeto e construção de uma edificação. O espaço construído tem sua sustentabilidade afetada se houver falta de qualidade no projeto. Medidas aparentemente simples se empregadas podem contribuir significativamente para melhoria da qualidade da edificação.

O mesmo ainda afirma que no conceito de sustentabilidade está o desempenho do empreendimento, tanto ao produto quanto ao processo de produção da obra. Durante todo o ciclo de vida do produto, esse deve ter um comportamento adequado em uso e operação, atendendo as necessidades de seus usuários. O processo de construção em uma obra deve ter uma interferência administrada sobre o ambiente, a respeito de agentes relacionados direta ou indiretamente ao processo e sobre os custos ao longo da vida útil da edificação (operação, manutenção, conservação, limpeza etc).

Para se ter um menor impacto ambiental, deve-se empregar materiais com maior durabilidade e consequentemente maior vida útil. Materiais oriundos de fontes renováveis como a madeira, contribuem para sustentabilidade do setor das edificações. Porém o ritmo de seu uso na construção deve ser inferior ao da renovação destas espécies. Materiais recicláveis, como quase todos os materiais metálicos, ao esgotarem seu ciclo de vida útil podem vir a gerar outros materiais, por esse fato demonstram vantagens a sustentabilidade. Entretanto no setor da construção, a maioria dos produtos ou materiais possuem baixo potencial de reciclagem (TORGAL; JALALI, 2007, p. 4).

Os mesmos afirmam que para o desenvolvimento sustentável deve existir a redução dos padrões energéticos atuais. Essa redução auxilia na resolução de problemas econômicos e ambientais decorrentes das emissões de carbono. 15% da energia do setor da construção civil provem dos materiais utilizados, com isso deve-se escolher adequadamente os mesmos, a fim de contribuir com a redução de energia necessária na construção. Preferencialmente materiais locais, pois há gasto de energia com o transporte desses.

Deve-se ainda considerar a questão do clima no desempenho energético das edificações. O clima sempre foi apresentado como elemento substancial para o consumo de energia no edifício. No decorrer do tempo estruturas urbanas foram construídas baseando-se no clima, para proteger do calor, do vento, da secura da atmosfera, da incidência solar direta, das chuvas etc (ZECHMEISTER, et al. 2006, p. 24).

Com a crise do petróleo, no início dos anos 70, houve críticas aos gastos energéticos das edificações. Percebeu-se que era necessária uma especificidade geográfica, pois para a realização de um projeto é necessário o estudo de diferentes climas, paisagens e culturas (SCHMID, 2005, p. 11). Devido às diferenças climáticas da terra, é essencial estudar qual a carga térmica recebida por determinada edificação, em diferentes horários do dia e nas diferentes estações do ano (FROTA; SCHIFFER, 2013, p.17).

De acordo com Zechmeister, et al. (2006, p. 36), o bioclima fornece informações de condicionantes que aplicadas à soluções construtivas devem ser consideradas no projeto arquitetônico. Poupar energia elétrica é uma característica importante na concepção bioclimática da arquitetura. Essa concepção considera o lugar como um aspecto fundamental. O lugar é o principal condicionante do problema arquitetônico, o qual fornece valores climáticos e microclimáticos, os materiais de construção, a paisagem e as formas construtivas. O microclima relaciona as características térmicas, luminosas e acústicas.

Portanto segundo os mesmos, a arquitetura sustentável não exige novas tecnologias, simplesmente através de considerações do local podem ser melhoradas as condições de conforto antes de buscar técnicas ou sistemas tecnológicos. O projeto arquitetônico necessita de satisfação de necessidades de conforto e de entorno e modificações de um sistema estabelecido através de necessidades socioeconômico-culturais.

Para possibilitar ao homem condições de conforto, as construções devem adequar a arquitetura ao clima de determinado local. Existem quatro variáveis que indicam as influências do clima e da paisagem sobre o conforto térmico: temperatura do ar, velocidade do ar, umidade do ar e as fontes de calor radiante direto ou refletido (SCHMID, 2005, p. 221). Deve ser realizado um estudo para aproveitar ao máximo as potencialidades climáticas do local e compensar as possíveis limitações, levando em consideração orientação solar, áreas de sombra, configuração e natureza dos edifícios e do entorno (AsBEA, 2012, p. 72).

3 CONFORTO AMBIENTAL

O termo conforto no ambiente construído vem sendo empregado cada vez com mais frequência. Quando se pensa em uma edificação, para seu uso específico, o conforto é um critério fortemente avaliado, juntamente com tamanho, localização e outros. Porém até o fim do século XVIII, ao se avaliar uma edificação quase não se empregava esse critério. Começou a ser conhecido no início do século XIX. Entretanto no século XX, com o Modernismo, a construção não aplicava os conceitos de conforto (SCHMID, 2005, p. 9).

O mesmo ainda afirma que conforto é um sistema de valores, o qual surge da harmonia de comodidade e expressividade. A edificação deve ser um ambiente confortável e saudável, onde passe segurança e aumente a eficiência da pessoa no dia-a-dia. Uma construção sustentável proporciona o conforto, com baixo consumo energético, baixos custos operacionais e de manutenção ao longo de seu ciclo de vida. Segundo Frota e Schiffer (2013, p. 17), a edificação deve prestar as pessoas e seus confortos. Quando o homem expõe-se à fadiga ou estresse, não tem boas condições de vida e de saúde.

Aproximadamente 10% da economia global são utilizadas para construção de edificações. Uma pessoa passa cerca de 90% de seu tempo nesses ambientes construídos, seja no trabalho, em casa, na escola, ou até mesmo no tempo livre, o que mostra um impacto significativo no conforto, saúde e bem-estar. Então projetos mal planejados e métodos de construção incorretos exercem um efeito negativo no conforto e saúde dos ocupantes da edificação e também podem resultar em necessidade de manutenção e desperdício de aquecimento e arrefecimento (PINHEIRO, 2006, p. 21).

3.1 CONFORTO TÉRMICO

No século XX, com o Modernismo pediam-se as pessoas para tratarem as edificações com menos sentimento e mais objetividade, paredes estruturais foram quase extintas, com isso as tecnologias em isolamentos térmicos progrediram. Porém os conhecimentos em adaptação ao clima local foram se perdendo. As estruturas leves não conseguiam fornecer temperaturas de conforto como as paredes de pedra, de taipa e de adobe, tanto no frio quanto no calor (SCHMID, 2005, p. 11).

Independente das condições climáticas externas da edificação, sua arquitetura deve conceder condições térmicas conciliáveis ao conforto térmico humano. Temperatura, umidade do ar e radiação solar

incidente são as substanciais variáveis climáticas. As quais exigem estudos de características, como: chuvas, permeabilidade do solo, vegetação, topografia, entre outras (FROTA; SCHIFFER, 2013, p. 17).

Os mesmos afirmam que para uma pessoa as necessidades de conforto térmico estão relacionadas ao funcionamento de seu organismo. Seu corpo deve liberar calor necessário afim de que sua temperatura interna fique por volta de 37°C. Se há sensação de frio ou de calor, significa que o corpo está perdendo mais ou menos calor que o essencial, o que resulta em uma sobrecarga, a qual gera queda no rendimento de trabalho e até problemas de saúde.

O conforto térmico está diretamente conectado ao desempenho energético do edifício. Para se garantir melhores condições deste conforto buscam-se melhorias no desempenho da envoltória, do sistema construtivo e dos materiais selecionados, levando em consideração as cargas aplicadas e as condicionantes locais. Diante das variações dos fatores climáticos locais, visa-se atender as exigências de conforto humanas com aplicação de estratégias de climatização com menor consumo de energia e ideias da arquitetura bioclimática (AsBEA, 2012, p. 70).

De acordo com Cândido (2006, p. 8), por meio de diagramas, gráficos e cartas, os quais contenham valores climáticos que influenciam a envoltória, consegue-se constatar a exigência de insolação ou sombreamento em todos os períodos do ano, assim como a ânsia de ventilação, estanqueidade ou iluminação. Pode-se detectar a necessidade da utilização de materiais com elevada massa térmica nas edificações ou a conveniência por construções leves.

3.2 VENTILAÇÃO E ILUMINAÇÃO NATURAL

O Manual de Ventilação Natural em Edificações (2010), afirma que a maior parte do território do Brasil tem características de regiões com clima quente e úmido. Fazendo com que sejam necessárias estratégias bioclimáticas que controlem os ganhos de calor nas edificações e que removam a carga térmica no interior das mesmas. A ventilação natural é a estratégia mais eficiente para a remoção desta carga térmica, e também pode fornecer arrefecimento fisiológico aos usuários. Um dos maiores desperdícios de energia em regiões tropicais é o uso de sistemas de ar condicionado em empreendimentos, em vez de ser naturalmente ventilado.

A ventilação natural auxilia na melhora da qualidade do ar interior de edificações e no conforto ambiental. Edificações devem utilizar de suas estruturas arquitetônicas para favorecer o aproveitamento dos ventos, gerando economia nos gastos com energia para climatização, no entanto não é comum esta constatação nas edificações, o que ocasiona baixo conforto ambiental e exige sistemas de condicionamento artificial para correção deste problema (CÂNDIDO, 2006, p. 4).

O mesmo ainda afirma que há uma preocupação com a qualidade do ambiente, essa normalmente é obtida por meios mecânicos de calefação e refrigeração. Porém, tal qualidade pode ser alcançada, com eficiência em grande parte do tempo de permanência, aproveitando-se ao máximo a ventilação natural. Para a elaboração de projetos eficientes, sabe-se que quando existe ventilação a sensação térmica do ambiente é diferente da real. Segundo o Manual de Ventilação Natural em Edificações (2010), também é sabido que existe uma diferença significativa de temperatura entre as áreas urbanas e os centros das cidades, graças a concentração de construções e atividades no centro das cidades, fenômeno conhecido como “ilha de calor”.

No verão, a ventilação natural é uma das estratégias mais eficiente para arrefecer o interior da edificação, de preferência no período noturno, quando o exterior possui temperaturas mais baixas. Já no inverno, o excesso de ventilação exige um aumento na necessidade energética de climatização (GANHÃO, 2011, p. 57).

Para satisfazer o morador, deve-se fazer com que haja movimentação do ar no interior da edificação, criando um gradiente de pressão. Através de diferenças de pressão ao redor da edificação geradas pelo vento, ou por diferenças de pressão geradas por alterações de pressão dentro da habitação. Em locais com grandes quantidades de ventos é comum a utilização da pressão do vento para ventilação. No entanto, existem diversos obstáculos a serem analisados ao projetar para a ventilação, como a direção do vento, à sua velocidade e umidade relativa do ar. Se examinados corretamente, surge um processo vantajoso a climatização de uma edificação na maior parte do tempo (FUENTES; THOMAS; ROAF, 2006, p. 112).

Segundo Gauzin-Müller (2011, p. 110), 20% a 60% dos gastos energéticos podem derivar do sistema de ventilação. A fim de estabelecer de maneira natural o conforto dos clientes no verão, se faz com que o calor das zonas expostas aos raios solares circule para as zonas não expostas. A massa de ar quente sobe e causa a entrada de ar fresco, isso é denominado “efeito chaminé”.

O efeito das construções vizinhas no movimento do ar deve ser estudado, caso contrário pode gerar falhas na avaliação do fluxo do ar no interior de uma construção. A alta rugosidade da malha urbana pode diminuir significativamente a velocidade do vento. A disposição das construções, seus formatos e a existência de obstáculos externos constituem papel expressivo na alteração do perfil do vento (Manual de Ventilação Natural em Edificações, 2010)

Ainda de acordo com o mesmo, para melhorar a circulação de ar nos ambientes localizados a sotavento pode-se colocar captadores de vento acima dos telhados (Figura 3.1). Grandes aberturas de entrada e saída de ar intensificam o movimento de ar nos ambientes internos e contribuem para o conforto térmico das edificações. A existência de muros nas intermediações do terreno pode ocasionar uma diminuição do movimento do ar no interior das edificações. Essa estratégia deve ser estudada

cuidadosamente baseando-se nas necessidades de cada edificação, pois construções que requerem de uma maior ventilação é recomendável muros menores e mais afastados da construção. Também pode-se aproveitar a vegetação exterior como elemento para controlar os fluxos de ar nos espaços interior e exterior, levando em consideração os diferentes portes das espécies vegetais.



Figura 3.1 – Edificação com captador de vento

Fonte: Manual de Ventilação Natural em Edificações (2010).

Outra estratégia para ventilação natural é a utilização de dutos. A qual necessita de um dispositivo de controle de radiação solar, aberturas e dutos de ventilação natural. O sistema tem como objetivo proporcionar correntes de ar na altura dos usuários nos momentos quentes e acima dos mesmos em temperaturas frias. Essa corrente de ar, após seu percurso, tem como saída o duto de ventilação. Também há o sistema de ventilação com resfriamento do ar através do solo, esse tem como objetivo aproveitar as baixas temperaturas do solo para resfriar o ar exterior que entra em dutos de PVC de 200 mm a dois metros de profundidade. O ar diminui sua temperatura ao entrar em contato com a tubulação resfriada, cedendo calor. O ar resfriado entra nos ambientes interiores e sai pelas esquadrias (Figura 3.2) (ZECHMEISTER, et al. 2006, p. 134).



Figura 3.2 – Estratégia de ventilação com resfriamento do ar através do solo

Fonte: ZECHMEISTER, et al. (2006).

Segundo Gauzin-Müller (2011, p. 234), átrios envidraçados favorecem o controle das contribuições solares. Essas estufas, com seus amplos volumes, possibilitam o equilíbrio das diferenças de temperatura. E o sistema de ventilação por poços canadense tem como função armazenar ar fresco para diminuir a temperatura de elementos de concreto e retirar o ar viciado dos ambientes, por meio de um bocal de ventilação no piso dos mesmos.

O Manual de Ventilação Natural em Edificações (2010) relata, que construções sobre pilotis são comuns para aumentar a ventilação nas edificações, pois ao se elevar a altura da abertura de entrada de ar gera uma absorção de ventos mais rápidos daqueles ocasionados no pavimento térreo, e os pilotis também auxiliam na porosidade da malha urbana (Figura 3.3).

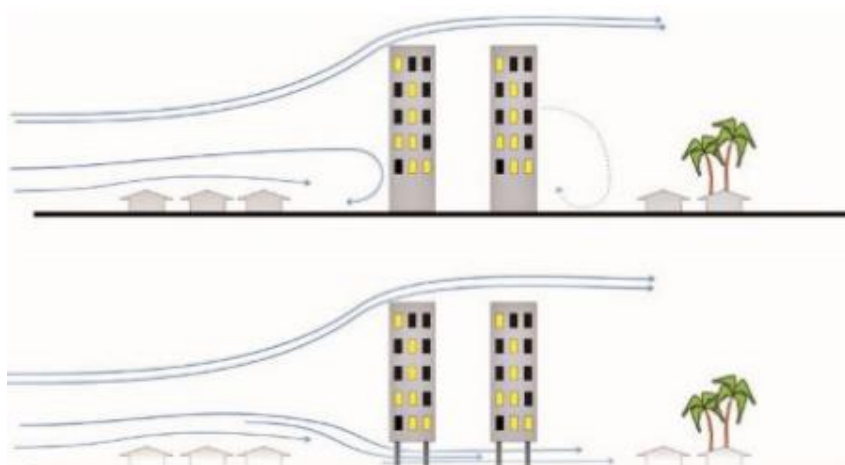


Figura 3.3 – Diferença de ventilação com uso de pilotis

Fonte: Manual de Ventilação Natural em Edificações (2010).

A orientação solar é um fator decisivo para o máximo aproveitamento da iluminação natural e aumento de eficiência energética nas construções. Para o território brasileiro, que se encontra quase todo no Hemisfério Sul, deve-se optar pela orientação das janelas voltas para o Norte. Esta orientação terá o maior aproveitamento de ganhos solares e iluminação natural, satisfazendo a necessidade da maioria dos usuários. Já a orientação Sul seria a mais ineficiente, uma vez que no inverno não recebe sol (REBOCHO, 2015).

A iluminação natural é a melhor iluminação que pode estar presente na edificação. Partindo deste princípio, devem ser produzidas ações para se usufruir ao máximo a exposição solar, para fins térmicos e de iluminação, o que reduz as utilidades energéticas da edificação. Os principais fatores a se avaliar são: localização, radiação solar, nebulosidade e os níveis de luminância e iluminância.

De acordo com o Manual de Iluminação Natural e Artificial (2011, p. 19), os elementos construtivos também devem ser analisados, pois esses podem interferir na incidência de luz diretamente, total ou parcial. Outros fatores que podem interferir são: dimensão, inclinação e posição das aberturas e o tipo

de vidro. A Tabela 3.1 mostra diversos componentes que podem ser utilizados para aproveitamento da luz natural.

Tabela 3.1 – Componentes para aproveitamento da luz natural

Componentes de Condução	Componentes de Passagem	Elementos de Controle
<u>Espaços de Luz Intermediários</u>	<u>Laterais</u>	<u>Superfícies de Separação</u>
Galeria	Janela	Divisória Convencional
Pórtico	Sacada	Divisória Ótica
Estufa	Parede Translúcida	Divisória Prismática
<u>Espaços de Luz Internos</u>	Cortina de Vidro	Divisória Ativa
Pátio Interno	<u>Zenitais</u>	<u>Proteções Flexíveis</u>
Átrio	Lucernário Horizontal	Toldo
Duto de Luz	Luc. Tipo Monitor	Cortina
Duto de Sol	Luc. Tipo "Shed"	<u>Proteções Rígidas</u>
	Domo	Beiral
	Teto Translúcido	Prateleira de Luz
	<u>Globais</u>	Peitoril
	Membrana	Aleta Vertical
		<u>Filtros Solares</u>
		Persiana (interna ou externa)
		Lamela (fixa ou móvel)
		Brise (fixo)
		<u>Obstáculo ao Sol</u>
		Veneziana

Fonte: TOLEDO (2008).

Uma harmonização entre iluminação natural e iluminação artificial deve existir para garantir a excelência em conforto visual. No entanto, para esta garantia não se depende apenas da quantidade e qualidade de luz, os materiais também possuem importância. Devido sua refletância, superfícies, acabamentos e cores. Um projeto de iluminação insatisfatório pode prejudicar o desempenho dos usuários e até provocar cansaço e irritação. Por este motivo é essencial a utilização de técnicas construtivas que ocasionam um menor consumo de energia direto e indireto e minimizam impactos ambientais durante seu ciclo de vida, auxiliando na obtenção do conforto visual (AsBEA, 2012, p. 78). No que diz respeito à iluminação natural, existem diversas estratégias que podem ser empregadas em projetos de edificações novas ou reformas. Algumas podem ser combinadas a outros objetivos, como a ventilação natural. O que é o caso de galerias, átrios, pátios etc (TOLEDO, 2008).

Uma das estratégias mais utilizadas é a iluminação por aberturas laterais, que não possui uma uniformidade para distribuição de luz pelo ambiente. À medida que se distancia da abertura a iluminância diminui rapidamente. O alcance da luz no interior do ambiente é aproximadamente duas vezes a altura do piso até a verga da janela (Figura 3.4). Para esta estratégia, caso seja necessário diminuir a luminância excessiva ou o calor emitido pode-se utilizar de elementos de controle, tais como prateleiras, persianas e brises (GARROCHO, 2005, p. 39).

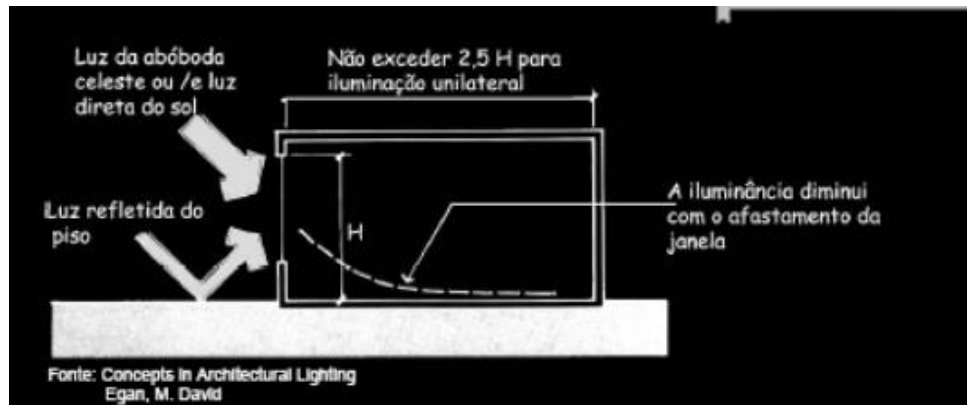


Figura 3.4 – Relação profundidade e altura do vão da abertura

Fonte: GARROCHO (2005).

O mesmo afirma que em relação às aberturas laterais, a iluminação natural proveniente das aberturas zenitais possui uma melhor e maior distribuição no ambiente. Essas aberturas possuem grande capacidade em captar a iluminação proveniente do sol e do céu. Uma solução aplicada nestas aberturas é o sistema domus prismáticos, excelente para redução do consumo de energia. Possui vários micro-prismas, os quais atuam como diversas lentes que difundem a luz natural pelo interior do ambiente de forma homogênea e com menor transmissão térmica do que outros materiais como o policarbonato e fibra-de-vidro (Figura 3.5). E ainda filtra aproximadamente 98% dos raios ultra-violetas.

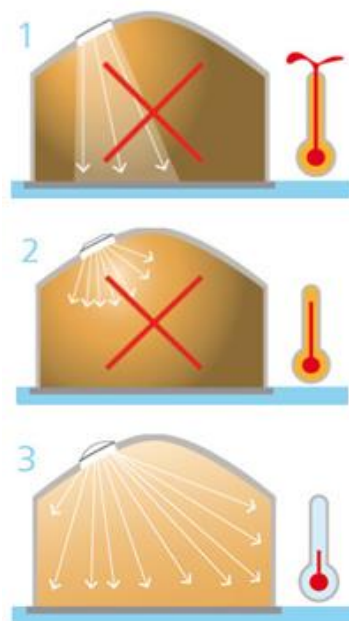


Figura 3.5 – Diferença de propagação luminosa e transmitância térmica entre: 1 policarbonato; 2 fibra de vidro; 3 domus prismáticos

Fonte: FUENTES; THOMAS; ROAF (2006).

4 ESTRATÉGIAS PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Quando se pensa em energias renováveis e eficiência energética das edificações deve-se, em todas as fases, adaptar características ambientais ao edifício. O sol é um elemento fundamental, já que é a principal fonte de energia, também é necessário ter atenção ao clima, ao vento, a umidade, a temperatura, a altitude, a radiação, a topografia do terreno, aos recursos, a vegetação e a proximidade de outras edificações. Com todos esses fatores, opta-se pelo sistema construtivo que os ganhos e as perdas energéticas se neutralizem na edificação. E é essencial que a orientação da edificação atenuie as trocas térmicas entre exterior e interior. No Brasil, por existir um extenso território com diferentes climas, há necessidade de uma diversidade de estratégias para se obter condições de conforto térmico e eficiência energética nas edificações.

Portanto, as soluções apresentadas neste capítulo devem estar conectadas com todos esses fatores, tanto variáveis ambientais quanto elementos de arquitetura de climatização natural, para garantir a ambiência agradável do espaço interior e reduzir os gastos com climatização artificial dos ambientes.

O desenvolvimento de estratégias passivas para atingir o conforto interior é de suma importância, uma vez que contribuirá com o desempenho energético do empreendimento. Essas estratégias baseiam-se no uso e controle dos fluxos naturais de energia que envolvem a edificação, tais como o vento e a radiação solar, que tem como objetivo fornecer luz, ventilação, resfriamento e aquecimento. Porém, também pode ser necessário recorrer aos sistemas ativos, os quais recorrem a fontes de energias renováveis (GANHÃO, 2011, p. 53).

Segundo Zechmeister (2006, p. 105), zonas bioclimáticas com invernos rigorosos, ou com uma porcentagem considerável de horas de desconforto geradas pelo frio devem vincular-se a estratégias de aquecimento solar passivo. Já locais com a inexistência de período frio, que as horas de desconforto pelo calor sejam excessivas, devem recorrer a outras estratégias, como a de ventilação natural.

Dito isso, nota-se a indispensabilidade da contextualização das diferentes zonas bioclimáticas e suas características com as diversas soluções de elementos de arquitetura de climatização natural, para um correto uso das estratégias.

Na atualidade, a energia é fundamental para o progresso socioeconômico. Como visto no desenvolvimento sustentável não se pode prejudicar as gerações futuras esgotando as fontes de

energia. Para manter o conforto do ser humano faz-se o uso dos recursos naturais do planeta. Reservas de gás e petróleo diminuem drasticamente, por esta razão é essencial a busca por soluções que potencializem o uso de energias renováveis e reduzam o consumo destas energias fósseis para moderar o efeito estufa.

Gauzin-Müller (2011) afirma que para isso é necessário uma reformulação nas estratégias energéticas e grande vontade política, a qual deve induzir e promover bons meios através de legislações urbanísticas, códigos de edifícios e incentivos financeiros. Para Portugal existe, por exemplo, o Decreto-lei nº 80/2006 que induz a produção de água quente por aparelhos solares, obrigando a instalação destes mecanismos em novos edifícios. No Brasil o Ministério de Minas e Energia possibilita linhas de financiamento para geração de energia caseira em edificações que facilitam um retorno financeiro ao investidor. O emprego e a escolha das energias renováveis fazem parte de estratégias políticas e variam de acordo com os países.

A principal energia renovável é a solar. A luminosidade do Sol é uma excelente possibilidade de captar energia. Além de ser renovável, a energia produzida através de painéis solares é limpa, pois em seu processo de produção não emite gases poluentes (AMARAL, 2011). A energia solar é considerada inesgotável, assim como a energia proveniente de usinas hidrelétricas, vistas na seção 2.3, e como a energia eólica. Essa última transforma a energia cinética do vento em energia mecânica, para tal utilizam-se geradores eólicos. Porém a energia eólica é aleatória e instável. Existem mais maneiras de produzir energia por fontes renováveis, como a biomassa e o biogás (GAUZIN-MÜLLER, 2011, p. 117).

Na seção 3.2 foram apresentadas algumas soluções estratégicas em função da ventilação e iluminação natural. A seguir apresentam-se as características de algumas estratégias ativas e passivas que possibilitam a melhoria do desempenho energético e potencializam o conforto térmico das edificações.

4.1 ESTRATÉGIAS PASSIVAS

As vedações definem e enquadram verticalmente a edificação e seus ambientes internos. Atualmente existe uma grande quantidade de tipos de vedações na construção civil, como: paredes de gesso acartonado, blocos cerâmicos, blocos de concreto, divisórias de *dry wall*, *curtain-walls*, etc. A estanqueidade e o material da caixilharia também são fundamentais para uma redução das trocas de calor do exterior com o interior (GANHÃO, 2011).

Definidas as necessidades da construção, deve-se encontrar o material adequado para as mesmas, considerando a localização do edifício e suas condições bioclimáticas. De acordo com Gauzin-Müller (2011, p. 109), para obter uma redução significativa do consumo de energia o principal desafio é evitar as infiltrações através das paredes externas do edifício, pois provocam correntes de ar que prejudicam o

rendimento energético e o conforto interior. Existe uma grande diversidade de produtos específicos para controlar o vazamento do ar, como: colas, fitas e mantas. Fuentes, Thomas e Roaf (2006, p. 94) afirmam que esses vazamentos também carregam umidade, o que pode acarretar em prejuízos as construções, criando mofos, e reduzindo a vida útil da construção.

Segundo os mesmos autores, “quanto maior o volume da edificação, mais área de superfície ela terá para perder ou ganhar calor”. Nunes e Maria (2011) completam, é essencial que os componentes construtivos contenham boa massa (pesados) e possuam características pouco condutoras, para terem boa capacidade térmica.

Em ambientes com grande umidade exterior pode-se aplicar a construção de paredes duplas separadas por um espaço de ar, contribuindo para secagem de umidade que pode existir por infiltrações. Também podem ser utilizadas para melhorar o isolamento térmico. Porém atualmente existem materiais isolantes térmicos muito eficientes que possuem alta capacidade de resistir ao fluxo de calor, como: espuma de baixa densidade, mantas (lã de rocha e lã de vidro) ou enchimentos. Esses isolantes térmicos impedem a circulação do ar dentro dos materiais, funcionando como uma câmara de ar. Para ter um excelente desempenho deve-se ter qualidade em sua instalação, fixando-o corretamente na estrutura e preenchendo a cavidade totalmente (BURKE; KEELER, 2010, p. 129). De acordo com Ganhão (2011), para selecionar o material isolante correto e o local onde aplicá-lo deve-se fazer um estudo das pontes térmicas, ou seja, dos locais na envoltória da edificação que possuam uma maior perda de calor.

No movimento moderno, a abundância em utilização de vidros nas fachadas tornou-se uma tendência mundial. Pelo fato de não se atentar mais aos aspectos climáticos, econômicos e sociais, restava apenas observar a beleza da transparência do vidro que refletia o entorno e permitia a entrada de luz natural e a ligação do interior com exterior da edificação. O que gerou o problema da transmissão para o interior da maior parte da radiação solar, provocando desconforto e solicitando a climatização artificial e consequentemente maior uso de energia. Portanto o uso de vidros na fachada pode não ser a melhor solução (CALDEIRA, 2011, p. 33).

Ao contrário dos vidros que contrariam o conceito da arquitetura adaptada ao clima, existem os vidros com alta tecnologia, que filtram mais a radiação solar e aperfeiçoam o desempenho das paredes externas da edificação (CALDEIRA, 2011).

Em 2012, a ABNT publicou a norma NBR 16015:2012 que estabelece as particularidades, método de ensaio e requisitos para os vidros duplos, também chamados de vidros insulados. Esses são conhecidos por sua propriedade termo-acústica, podem oferecer isolamento térmico e isolamento acústico, dependendo de sua composição (GOUVEIA; SANTOS, 2013, p. 41). O vidro duplo possui duas lâminas de vidros espaçadas, formando uma câmara vedada (Figura 4.1). Tem como função melhorar o

desempenho térmico, diminuindo em aproximadamente 50% a transferência de calor para os ambientes internos, se comparado a um vidro simples.

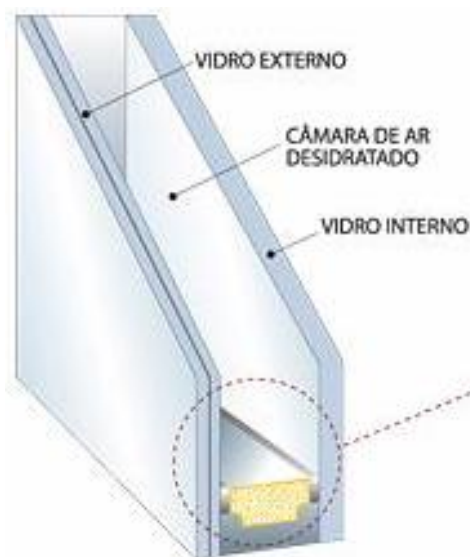


Figura 4.1 – Detalhe vidro duplo

Fonte: DIVINAL VIDROS (2016).

Com a finalidade de proteger a edificação dos raios solares é usual a técnica de brise-soleil, conhecido também como quebra-sol. Este elemento da arquitetura protege principalmente superfícies envidraçadas das cargas térmicas solares. Essa solução surgiu no século XIV com a expansão do uso do vidro nas janelas, o que proporcionava entrada de luz, não permitia a ventilação natural e não possibilitava a saída do calor acumulado. O resultado foi uma estratégia que possibilitava o sombreamento da edificação, evitando com que o sol aqueça demasiadamente os ambientes internos. Além de ser uma estratégia benéfica a eficiência energética da edificação, o brise-soleil possibilita um enriquecimento para diversidade visual do conjunto construído, criando um jogo de sombra e luz nas fachadas como pode ser percebido na Figura 4.2 (MARAGNO, 2000).



Figura 4.2 – Brise-soleil, estratégia para eficiência energética e diversidade visual

Fonte: BURKE; KEELER (2010).

O mesmo ainda afirma que a utilização do brise-soleil é fundamental para combater três incômodos gerados pela radiação solar: aumento da temperatura dos ambientes internos a níveis indesejáveis; o ofuscamento; e desconforto térmico. É uma estratégia que apresenta grande redução de ganhos térmicos se comparado a outras estratégias de proteção como persianas e cortinas.

Outra solução que vem ganhando destaque são as paredes verdes ou coberturas verdes. Em diversas construções tem se optado por esta inovação sustentável, uma vez que assegura conforto térmico, diminuição da ilha de calor e enriquecimento estético. O investimento nesta estratégia tem retorno em média de um ano, devido à diminuição no gasto de energia, resultado da redução da necessidade de climatização dos ambientes internos. A temperatura no interior das edificações pode cair em até 3°C (WENZEL, 2013).

O mesmo afirma que a vegetação aplicada a esta técnica purifica o ar urbano, por meio da fotossíntese e absorção de poluentes. Além das questões ambientais as estruturas verdes reforçam a proteção da envolvente da edificação diminuindo dilatações e trincas da estrutura. A manutenção necessária é simples, mas deve ser periódica com irrigação e poda.

4.2 ESTRATÉGIAS ATIVAS

Além das estratégias passivas que aproveitam os ganhos térmicos da energia solar existem também estratégias solares ativas. As estratégias mais utilizadas atualmente para aproveitamento da energia solar são o aquecimento de água por meio de coletores solares e a geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos. A primeira já se tornou obrigatória em novas construções de alguns países, como é o caso de Portugal.

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2007), os painéis solares absorvem a radiação solar principalmente para o aquecimento de águas quentes sanitárias. O uso dessa estratégia é mais presente em edificações residenciais, porém há grande busca e implementação em edifícios públicos e comerciais, como: hotéis, hospitais, restaurantes, universidades etc. Normalmente os painéis são instalados na cobertura da edificação e para atendimento da mesma pode ser necessária a disponibilização de uma grande área para instalação dos coletores, graças à pequena densidade de energia solar que reflete no campo terrestre.

De acordo com o mesmo, o sistema básico de aquecimento de água é constituído por coletores solares e reservatório térmico (Figura 4.3). Os coletores absorvem a radiação solar. O calor do sol absorvido é transmitido para a água que percorre o interior das tubulações do sistema. A água aquecida é armazenada no reservatório térmico, também denominado boiler. Esse conserva a água aquecida para uso subsequente.

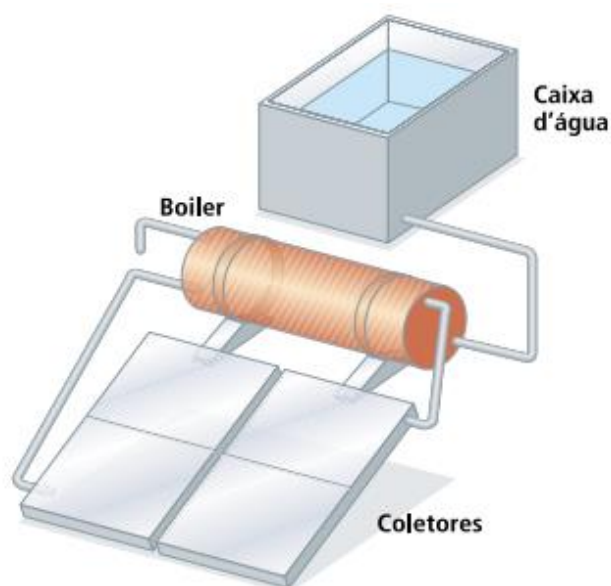


Figura 4.3 – Sistema de aquecimento de água por meio de painel solar

Fonte: ANEEL (2007).

A estratégia de aquecedor solar é utilizada no Brasil desde a década de 60. Bilhões de kWh de energia elétrica são gastos anualmente com aquecimento de águas sanitárias, o que poderia ser facilmente suprido com instalação de coletores solares, trazendo vantagens sociais, econômicas e ambientais. Essa estratégia tem tido um crescimento no mercado devido a seus benefícios, a isenção de impostos, aos financiamentos disponíveis e a redução de energia elétrica gerada (BURKE; KEELER, 2010).

Além do aquecimento da água, a radiação solar pode ser transformada em energia elétrica, através de materiais semicondutores, onde se destaca o fotovoltaico. A estratégia deriva da movimentação dos

elétrons de alguns materiais em contato com a luz solar. O silício é o material mais adequado para converter radiação solar em energia elétrica, o qual apresenta 25% de eficiência em tal conversão (ANEEL, 2007).

O principal obstáculo observado para essa estratégia tem sido os elevados preços das células solares. No entanto, atualmente os custos têm reduzido e possibilitado novos estudos, disponibilizando painéis leves, flexíveis, resistentes e semitransparentes, os quais podem ser utilizados como revestimento das edificações (BURKE; KEELER, 2010).

De acordo com os mesmos, o fato da unidade de geração de energia estar próxima ao ponto de consumo faz com que diminua as perdas na distribuição do sistema, diminui também o custo da produção de energia e os danos ambientais. Os sistemas solares fotovoltaicos são integrados a rede elétrica pública. As instalações podem estar integradas à edificação, seja na cobertura ou fachada, próximo ao ponto de uso, e centralizadas como uma usina geradora convencional, distante do ponto de uso. Para projetá-los é importante que se considere uma orientação solar favorável, viabilizando um maior aproveitamento da radiação solar para geração de energia. Essa estratégia vem sendo utilizada em larga escala, principalmente por países desenvolvidos, tanto em edificações residenciais, como industriais e comerciais, já que possuem vastas áreas para implantação dos painéis fotovoltaicos.

5 CLASSIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

As seções do presente capítulo pretendem reconhecer o que vem sendo desenvolvido ao nível da avaliação da sustentabilidade da construção, voltada para eficiência energética, através de dois sistemas de classificação. Apesar de serem metodologias formuladas para diversos contextos, apresentam como base comum os indicadores de sustentabilidade.

A Direção Geral do Ambiente (2000) relata que devido à incorporação de desenvolvimento sustentável ao nível das organizações, foi proposta a necessidade de avaliações de desempenho de acordo com o novo conceito. Posto isso, desenvolveram-se os indicadores para avaliação de sustentabilidade pela Agenda 21. Esses são um conjunto de parâmetros determinados, individualmente ou combinados entre si, que encaminham a uma tomada de decisão mais precisa, pois simplifica, clarifica e agrega as informações necessárias.

Devido o contínuo crescimento do consumo de energia, juntamente com o aumento do custo para produzi-la, despertou a necessidade da produção de produtos mais eficientes. Engajado a isso, as campanhas publicitárias das ONGs ambientais e decisões políticas, notou-se que grande parte da sociedade está disposta a investir em produtos mais eficientes, colaborando com questões ambientais do planeta. Por isso as classificações ambientais demonstram o valor dos avanços ambientais em seus produtos para os consumidores interessados (GOUVEIA; SANTOS, 2013, p. 26).

Os mesmos afirmam que na concepção do projeto deverão ser feitos investimentos buscando uma maior eficiência, porém o custo para os proprietários irá diminuir, por este fato, a população demonstra interesse em investir um pouco mais, para ter um retorno em médio longo prazo. O mercado está alterando-se, os clientes exigem mais e estão mais conscientes, por isso suas exigências não são apenas para qualidade do produto, mas também com a preocupação ambiental.

O Brasil possui potencial para a diminuição do consumo de energia. Essa diminuição será obtida pela adesão de soluções efetivas para controlar a eficiência energética. Normas e leis auxiliam na prática de uma etiqueta com nível de eficiência que pode ser utilizada em novas edificações e em restaurações e adaptações de antigas (GOUVEIA; SANTOS, 2013). Nota-se que na construção civil internacional o meio ambiente não é só considerado pelas leis e normas a serem seguidas, mas também pela escassez dos

recursos, o que exige um uso racional dos materiais. Além do que, empresas que integram as suas estratégias a preocupação com o meio ambiente recebem incentivos fiscais (LAMBERTS et al., 2010).

Segundo os mesmos, muitos países no mundo possuem leis e incentivos para edificações responsáveis ambientalmente. Diversos deles têm métodos de certificação ambiental para edificações, onde se relacionam os melhores desempenhos com critérios de sustentabilidade. Esses sistemas de certificação tiveram início na Europa, depois se apresentou em países da América e hoje países como Austrália, México e Japão também possuem seu próprio sistema de certificação.

5.1 CERTIFICAÇÃO PROCEL EDIFICA

De acordo com a Eletrobras (2014), o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), desde 1985, estimula e desenvolve projetos para conservação de energia em empreendimentos residenciais, comerciais, dos setores de serviços e públicas. Os projetos desenvolvidos são: estudos e apoio á descoberta e produção de novas tecnologias; materiais e sistemas construtivos; e equipamentos eficientes utilizados na construção. A fim de garantir conforto ambiental aos usuários, as edificações representam cerca de 50% do consumo de energia elétrica no Brasil. Estima-se que em construções novas, que considerem a eficiência energética, pode-se economizar até 50% e edificações existentes que sofram reformas, uma economia de até 30%.

Dias e Silva (2010, p. 21), afirmam:

Em 25 anos de existência, o PROCEL ajudou a economizar 28,5 milhões de MWh, consumo equivalente a 16,3 milhões de residências e à energia gerada por uma hidrelétrica de capacidade instalada de 6.841 MW, que teria um custo aproximado de R\$ 19,9 bilhões. Para atingir esse resultado, o investimento realizado foi de R\$ 1 bilhão, proveniente da Reserva Global de Reversão (R\$ 628 milhões), Eletrobrás (R\$ 359 milhões) e Programa de Eficiência Energética (R\$ 37,5 milhões), iniciativa que uniu o Global Environment Facility (GEF), do Banco Mundial (Bird), e a Eletrobrás.

O PROCEL Edifica, um subprograma do PROCEL, estimula a otimização do desempenho energético. O programa surgiu em 2003 através das Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás), age ligadamente com o Ministério de Minas e Energia, Ministério das Cidades, universidades e centros de pesquisas, além do setor da construção civil. O PROCEL motiva a conservação de energia elétrica em edificações desde sua existência, com o surgimento do PROCEL Edifica as ações evoluíram e passaram a promover a conservação e o uso eficiente de recursos naturais, o que diminui os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente (GOUVEIA; SANTOS, 2013, p. 14).

Ainda segundo os mesmo, o sistema da classificação proposta, estabelecido em 2009, primeiramente foi implantado no setor comercial e depois no setor residencial. O processo de classificação utiliza de um sistema de etiquetagem (Figura 5.1), do mesmo modo como já é realizado com os eletrodomésticos. A etiqueta é permitida na etapa de projeto e após a construção do empreendimento. A fase de projeto pode ser avaliada pelo método da simulação e pelo método prescritivo, enquanto a edificação construída é avaliada por inspeção *in loco*. O PROCEL afirma que as etiquetas devem ser formuladas por um Organismo de Inspeção Acreditado pelo Inmetro, para Eficiência Energética em Edificações (OIA – EEE) e são emitidos pela Eletrobrás.

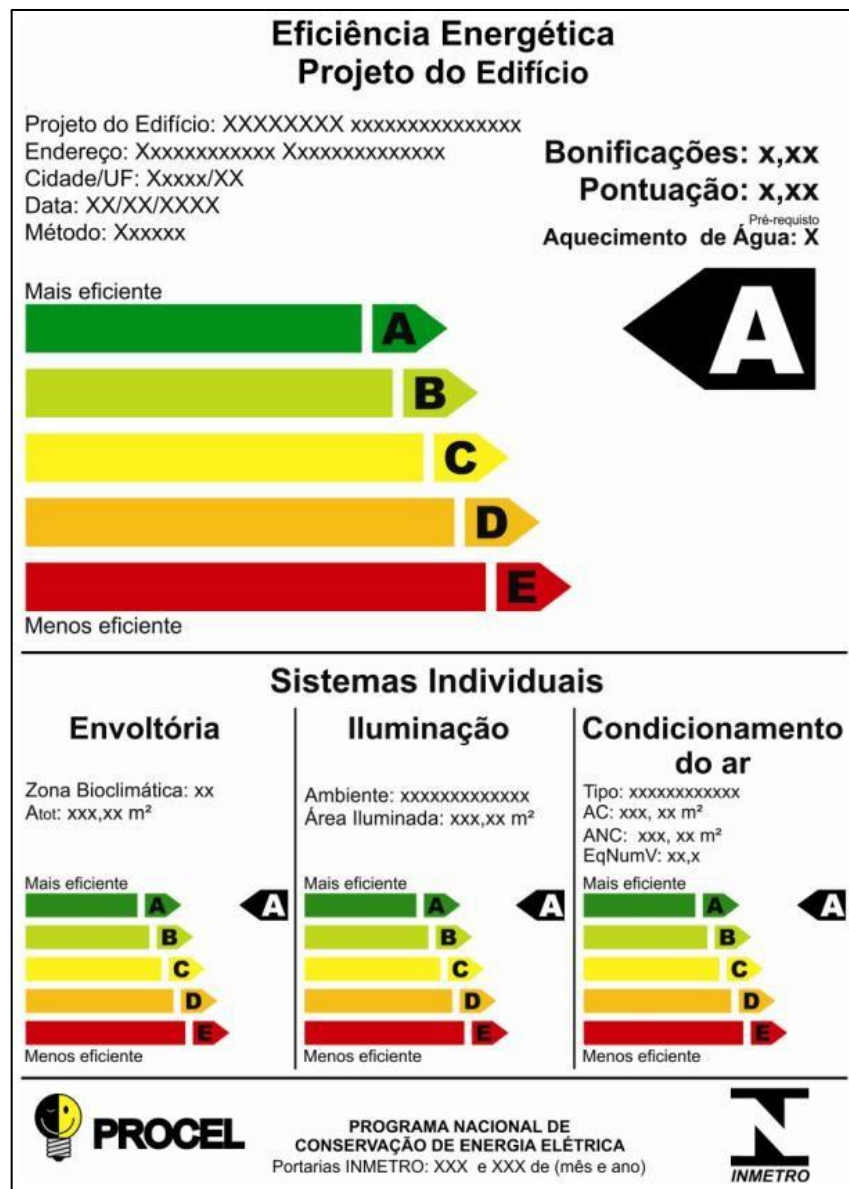


Figura 5.1 – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)

Fonte: PROCEL

De acordo com o PROCEL (2015), a classificação recebida varia de A até E, onde A representa a nota mais eficiente. Um empreendimento com a nota A tem um consumo 40% menor que um com a nota E. As edificações são avaliadas em três quesitos: eficiência no sistema de condicionamento do ar, eficiência do sistema de iluminação e desempenho térmico da envoltória. Segundo Nogueira (2010), a classificação pode ser feita de maneira parcial, porém a envoltória deve sempre ser avaliada. Através de uma avaliação pelo método prescritivo ponderam-se os subsistemas, onde o condicionamento do ar vale 40% e os demais subsistemas valem 30% cada, para ao final atribuir a classificação geral.

Para cada subsistema destacam-se alguns pré-requisitos, como: harmonização dos materiais das fachadas às condições bioclimáticas do local onde a edificação localiza-se; resultados de iluminação que permitam associar iluminação natural e artificial ou automação de iluminação e sombreamento de aparelhos de ar condicionado de janela (NOGUEIRA, 2010).

A etiquetagem de edificações contribui no esforço e garantia de edificações mais eficientes, provocando o crescimento econômico do país com administração do crescimento do consumo de energia. A etiquetagem também é importante para tomada de decisão dos consumidores em relação aos imóveis, pois permiti as classes de eficiência entre as edificações. E as que são mais eficientes possibilitam redução no consumo de energia elétrica, promovendo economia de energia elétrica durante a vida útil da edificação (Eletrobras, 2014).

Segundo o PROCEL (2015), a etiquetagem de edificações tornou-se obrigatória, em agosto de 2014, para edifícios da Administração Pública Federal. Segundo a Instrução Normativa SLTI n.º 02/2014 as edificações, novas ou que recebam retrofit, devem visar à obtenção da ENCE de classe A, no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE Edifica). Em novembro de 2014 foi lançado o Selo Procel edificações, o qual possui adesão voluntária e tem como principal objetivo reconhecer os empreendimentos que apresentem as melhores classificações de eficiência energética. A certificação é realizada de maneira voluntária e é aplicada em edifícios de tensão superior ou igual a 2,3 kV ou com área superior a 500m².

De acordo com a Eletrobras (2014), no âmbito do PBE para viabilizar as exigências do PROCEL Edifica desenvolveu-se, os Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R), também os Requisitos de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações (RAC) e os Manuais para aplicação do RTQ-C, do RTQ-R e do RAC.

Ainda de acordo com a Eletrobras (2014):

Os RTQ-C e RTQ-R contêm os quesitos necessários para classificação do nível de eficiência energética das edificações. O RAC apresenta os procedimentos para submissão para avaliação, direitos e deveres dos envolvidos, o modelo das ENCEs, a lista de documentos que devem ser encaminhados, modelos de formulários para preenchimento, dentre outros. É o documento que permite ao edifício obter a ENCE do Inmetro.

A certificação AQUA utiliza de critérios do PBE Edifica como referência para avaliação das edificações, em construções sustentáveis. O sistema AQUA é uma certificação internacional, aplicada no Brasil através da Fundação Vanzolini. Para o atendimento de alguns requisitos em relação à eficiência energética de edificações, utiliza-se como parâmetros os regulamentos RTQ-R e RTQ-C. Existe equivalência nas categorias de gestão de energia, conforto higrotérmico e qualidade sanitária do ar (PROCEL, 2015).

Para o PROCEL (2015), existe um caminho alternativo para o Selo PROCEL Edificações com a comprovação do atendimento ao pré-requisito de desempenho energético mínimo para o processo de obtenção da certificação internacional de construções sustentáveis Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), concedida no país pelo Green Building Council Brasil. O Selo Procel Edificações é utilizado para comprovar o atendimento de um dos sete pré-requisitos, avaliados antes da concessão do certificado internacional, o de energia e atmosfera, acabando com uma fase, o que acelera e facilita o processo.

Segundo o PBE Edifica (2016), o Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) lançou um programa de financiamento de projetos na área de eficiência energética com construção, reforma, ampliação e modernização de empreendimentos, que visam obter certificação nível A através do PROCEL Edifica. O prazo de pagamento foi flexibilizado e os 72 meses podem ser ampliados, levando em consideração a especificação de cada projeto. Esse financiamento agora pode ser feito por qualquer empresa brasileira, não fica restrito apenas a empresas de serviços de conservação de energia (ESCOs) e estabelece condições financeiras mais atrativas.

5.1.1 Envoltória

Segundo o manual para aplicação do RTQ-C (2013), a envoltória representa a totalidade dos elementos construtivos que estão em contato com o meio exterior, compostos por brises, fachadas, marquises, aberturas etc. O meio externo não considera a fração construída no subsolo do empreendimento, apenas refere-se à construção acima do solo. Todos os elementos acima do nível do solo e com contato com o meio externo ou com outra edificação, independente do material, faz parte a envoltória. A envoltória protege o interior do empreendimento, então quanto mais exposição seu interior sofrer,

haverá uma maior troca térmica entre o exterior e o interior, o que resulta em altos ganhos de calor em temperaturas quentes e grandes perdas de calor em temperaturas mais frias.

Para a compreensão da relevância de materiais que podem ser utilizados na envoltória de edificações, devem-se conhecer algumas definições, presentes no RTQ-C, como:

I. Transmitância térmica:

Transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo, neste caso, de componentes opacos das fachadas (paredes externas) ou coberturas, incluindo as resistências superficiais interna e externa, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes. Unidade utilizada: $[W/(m^2K)]$.

II. Capacidade térmica (C):

Quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema. A capacidade térmica é calculada por elementos formados por camadas perpendiculares ao fluxo de calor.

III. Absortância (α):

Fração absorvida quando a radiação incide sobre uma superfície real.

IV. Ângulos de sombreamento:

Ângulos que indica a obstrução à radiação solar ocasionada através da proteção solar nas aberturas. Para o cálculo de sombreamento nas aberturas de uma edificação, existem duas possibilidades, o Ângulo Vertical de Sombreamento (AVS) e o Ângulo Horizontal de Sombreamento (AHS). O AVS considera o efeito das proteções solares horizontais, já o AHS considera as proteções verticais (Figuras 5.2 e 5.3)

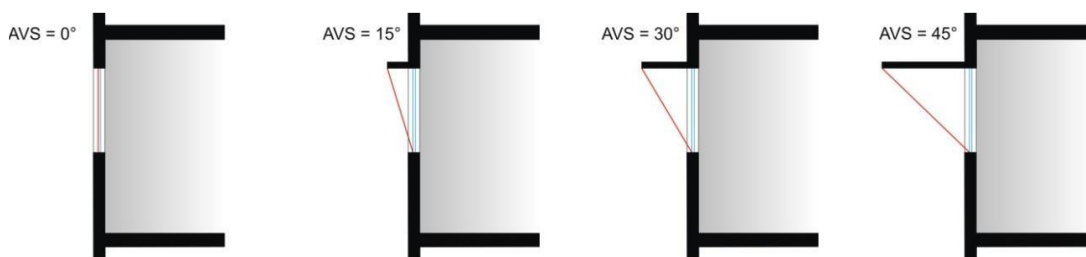


Figura 5.2 – Ângulo vertical de sombreamento (AVS)

Fonte: Manual RTQ-C

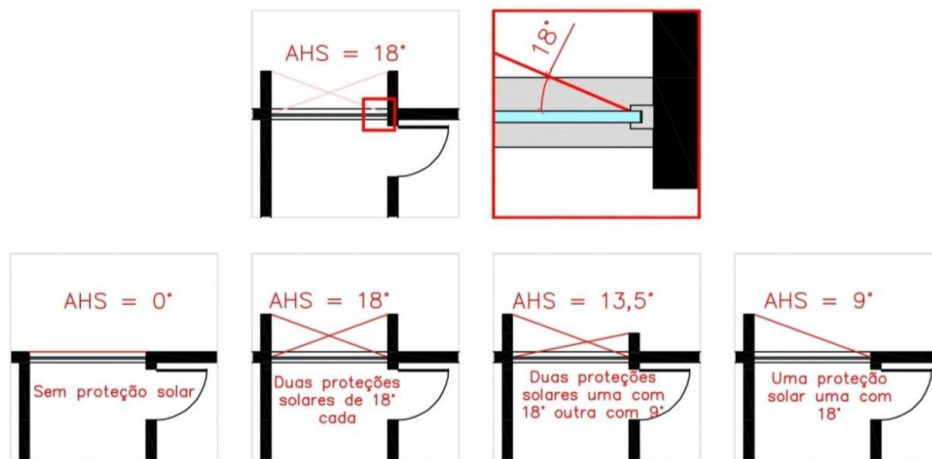


Figura 5.3 – Ângulo horizontal de sombreamento (AHS)

Fonte: Manual RTQ-C

V. Percentual de abertura zenital (PAZ):

Percentual da área de abertura zenital na cobertura. Refere-se exclusivamente a aberturas em superfícies com inclinação igual ou inferior a 60° em relação ao plano horizontal.

VI. Fator solar (FS):

Razão entre o ganho de calor que entra em um ambiente através de uma abertura e a radiação solar incidente nesta mesma abertura. Considera o calor radiante transmitido pelo vidro e a radiação solar absorvida, que re-irradiada ou transmitida, por condução ou convecção, ao ambiente. O fator solar será relativo a uma incidência de radiação solar ortogonal à abertura. Para se obter o fator solar de elementos transparentes ou translúcidos é preciso que o fabricante forneça a transmitância térmica, a absorptância à radiação solar, a resistência superficial externa e a transmitância à radiação solar.

VII. Zonas bioclimáticas:

As variáveis dos fatores climáticos se diferem para os diferentes locais da Terra de acordo com a influência de algumas condições como circulação atmosférica, distribuição de terras e mares, relevo do solo, revestimento do solo, latitude e altitude (FROTA; SCHIFFER, 2013, p.53). O estudo bioclimático deve resultar no conhecimento do espaço construído e estabelecer classes de edificações energeticamente consideradas, tanto quanto tipologias bioclimáticas poupadoras de energia (ZECHMEISTER, et al. 2006, p. 41).

A zona bioclimática deve determinar as estratégias que uma edificação deve contemplar para obter o conforto térmico de seus usuários. No Brasil existem oito zonas bioclimáticas, conforme a Figura 5.4. A envoltória é avaliada de modo diferente para cada zona bioclimática, já que seu desempenho varia de acordo com o clima onde a edificação está inserida e por todas possuírem características distintas.

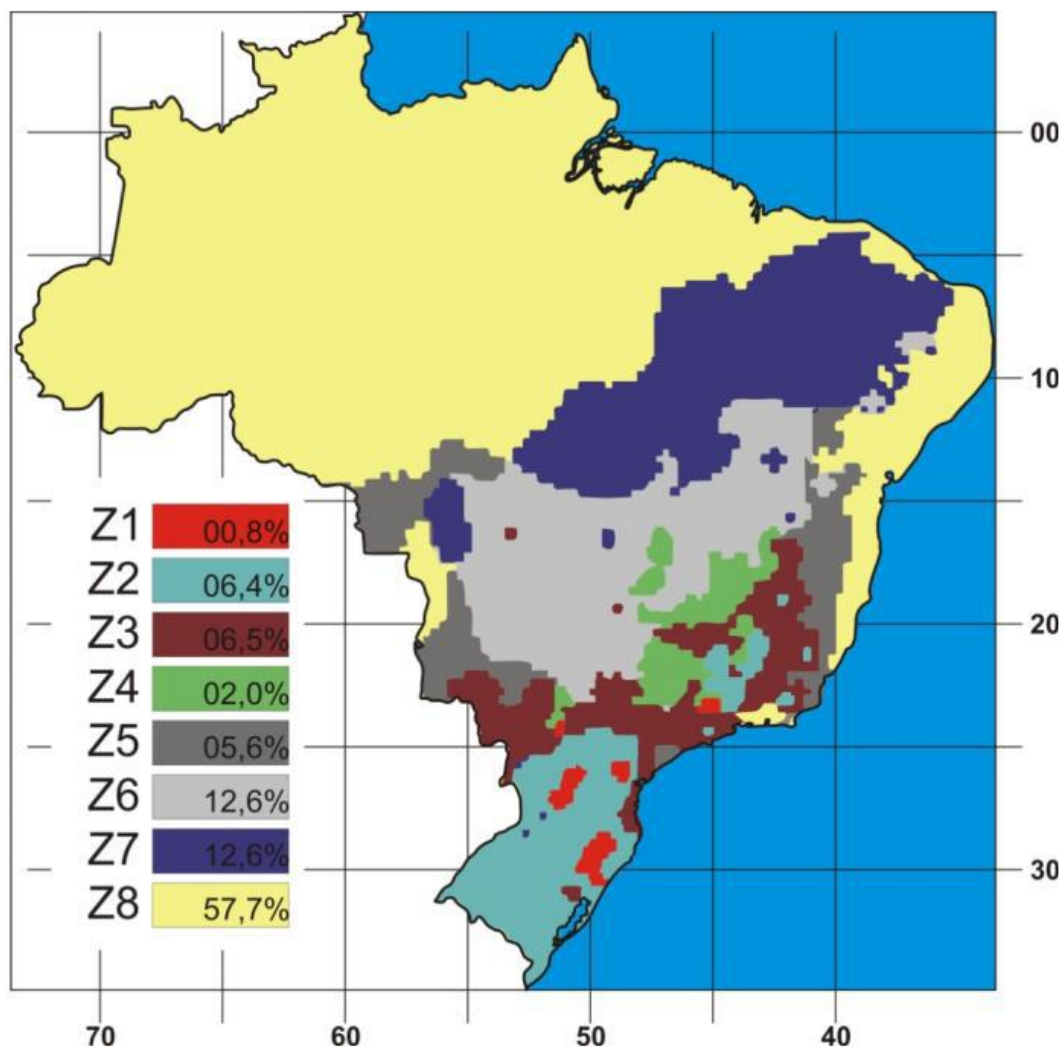


Figura 5.4 – Zoneamento bioclimático brasileiro

Fonte: NBR 15.220-3 (2003).

No presente trabalho estuda-se a zona bioclimática dois, para a cidade de Confins. É uma zona localizada mais ao Sul do país com clima que varia de ameno a frio, suas estações são bem definidas. Apresenta como estratégia bioclimática de conforto: aquecimento solar para a edificação, ventilação cruzada e utilização de paredes internas densas, o que auxilia em manter o interior aquecido. Para obter-se o nível A de eficiência energética através do Selo PROCEL Edifica, para a zona bioclimática citada acima, devem ser respeitados os limites da Tabela 5.1, segundo o RTQ-C.

Tabela 5.1 – Limites para obter nível A, na zona bioclimática dois

Transmitância térmica [W/(m²K)]	Paredes Externas		Cobertura		
			(ambientes condicionados artificialmente)	(ambientes não condicionados artificialmente)	
	U ≤ 1,00	U ≤ 0,50		U ≤ 1,00	
Cores e absortância de superfícies (adimensional)	Paredes Externas		Cobertura		
	α ≤ 0,50		α ≤ 0,50		
Iluminação Zenital (PAZ < 5 %)	PAZ	0 a 2%	2,1 a 3%	3,1 a 4%	4,1 a 5%
	FS	0,87	0,67	0,52	0,3

Fonte: portaria n.º 372 (adaptado)

Para conquistar o nível B, os limites para transmitância térmica em coberturas não podem ultrapassar 1,0 W/m²K para ambientes condicionados artificialmente e 1,5 W/m²K para não condicionados, já para paredes externas pode chegar ao máximo até 2,0 W/m²K. Para alcançar o nível C ou D, são levados em consideração apenas os limites para transmitância térmica, para as coberturas valores até 2,0 W/m²K e para as paredes externas valores até 3,7 W/m²K. Por meio desses pré-requisitos, nota-se a relevância da transmitância térmica, uma vez que para os níveis C e D é o único pré-requisito analisado. Logo se percebe a indispensabilidade das melhorias com relação aos materiais utilizados na envoltória e cobertura das edificações.

Caso a cobertura seja composta por diferentes materiais e, portanto por diferentes transmitâncias térmicas, deve-se fazer uma média ponderada dessas para chegar ao valor utilizado em cálculo. Para a absorvância solar também se faz a média para cada parcela das paredes e/ou coberturas, considerando a área que abrangem.

Aberturas zenitais possibilitam que a luz natural adentre nos ambientes internos, o que possibilita a poupança no consumo de eletricidade em iluminação. O RTQ-C exige percentuais reduzidos de abertura para o nível A, garantindo que a entrada de luz natural na edificação não cause, juntamente, uma elevação da carga térmica por meio da radiação solar. Então, quanto maior a área de abertura zenital, menores os fatores solares. Um projeto de iluminação, com aberturas bem disseminadas e com especificações de vidros apropriadas pode alcançar um bom percentual de horas de aproveitamento da luz natural ao longo do ano.

Para determinar e classificar a eficiência da envoltória baseia-se no cálculo de um indicador de consumo. O indicador de consumo busca examinar como a envoltória de uma edificação vai abalar o seu consumo de energia. O cálculo depende da zona bioclimática e da área de projeção, que no caso do presente trabalho considera-se a zona dois e a área de projeção maior que 500 m². Portanto o Indicador

de Consumo da envoltória do edifício estudado (IC_{env}) é calculado pela Fórmula 5.1, utilizando os dados de projeto do empreendimento.

$$IC_{env} = -14,14.FA - 113,94.FF + 50,82.PAF + 4,86.FS - 0,32.AVS + 0,26.AHS - \frac{35,75}{FF} - 0,54.PAF.AHS + 277,98 \quad (5.1)$$

Onde:

FA - Fator Altura;

FF - Fator de Forma;

PAF - Percentual de Abertura na Fachada;

FS - Fator Solar;

AVS - Ângulo Vertical de Sombreamento;

AHS - Ângulo Horizontal de Sombreamento.

O resultado obtido para o indicador de consumo deve ser equiparado a uma escala numérica dividida em intervalos que classificam o desempenho de A a E. Quanto maior o indicador, menos eficiente é a envoltória. Além do indicador já obtido para a envoltória, a escala numérica é contemplada com $IC_{máxD}$ e $IC_{mín}$ os quais são calculados pela mesma fórmula, porém utilizando os parâmetros fornecidos pela Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Parâmetros do $IC_{máxD}$ e $IC_{mín}$

	PAF	FS	AVS	AHS
IC máx	0,6	0,61	0	0
IC mín	0,05	0,87	0	0

Fonte: RTQ-C (adaptado).

Os valores obtidos demonstram o intervalo que o empreendimento deve estar. Esse intervalo é dividido em quatro partes, as quais se referem a um nível de classificação, criando uma escala de desempenho. Para finalizar a classificação da envoltória utiliza-se o valor obtido do índice de consumo e o atendimento aos pré-requisitos para resultar em um equivalente numérico da envoltória (EqNumEnv).

5.1.2 Sistema de Iluminação

Segundo o RTQ-C (2013), a iluminação artificial é primordial para a performance das edificações possibilitando que atividades sejam realizadas em locais distantes da fachada e em horários em que a

luz natural não atinge os níveis de iluminação mínimos pretendidos. A NBR 5413 defini níveis mínimos de intensidade de iluminação para diferentes tipos de atividades.

No entanto, a iluminação artificial consome energia e gera carga térmica. De acordo com o Manual para Aplicação do RTQ-C (2013):

O sistema de iluminação apresenta, portanto, dois tipos de consumo de energia: o consumo direto, ao utilizar eletricidade para gerar luz, e um consumo indireto, decorrente do calor gerado nesse processo. Esse calor tem de ser retirado dos ambientes obrigando a um maior gasto do sistema de condicionamento de ar, aumentando desta forma o consumo geral de energia da edificação.

A classificação do sistema de iluminação se dá pela densidade de potência instalada. Para se atingir o nível de classificação A, o RTQ-C estabelece três pré-requisitos específicos.

O primeiro intitulado “Divisão de Circuitos de Iluminação”, de acordo com o Manual para Aplicação do RTQ-C (2013, p. 120), todo o ambiente fechado por divisórias até o teto necessita de no mínimo um dispositivo de controle manual para o acionamento da iluminação local. O dispositivo deve ter fácil acessibilidade e estar localizado onde permita a visualização de todo o sistema de iluminação. Uma vez que não se visualiza todo o ambiente iluminado, é necessária a criação de um mapa que mostre a área englobada pelo controle manual.

O RTQ-C estabelece as áreas máximas que podem ser iluminadas através de um sistema de controle independente. Cada ambiente possui uma relação (Tabela 5.3) que busca evitar o desperdício de iluminação nas regiões que não estão sendo usadas.

Tabela 5.3 – Relação entre áreas de ambientes e áreas de controle independente

Área total de piso do ambiente	Área máxima do piso da parcela iluminada por um sistema com controle independente
< 250 m ²	250 m ²
> 250 m ²	250 m ²
> 100 m ²	100 m ²

Fonte: DIAS; SILVA (2010).

Quanto ao segundo pré-requisito, “Contribuição da Luz Natural”, o RTQ-C estabelece, que ambientes voltados para o exterior ou com a cobertura translúcida e que possuam mais de uma fileira de lâmpadas

paralelas à(s) abertura(s) devem possuir um dispositivo de desligamento independente da fileira de luminárias mais próxima à abertura, de maneira a aproveitar ao máximo a luz natural disponível.

Por fim, o RTQ-C define, através do pré-requisito “Desligamento Automático do Sistema de Iluminação”, que ambientes maiores que 250 m² devem possuir um dispositivo para desligamento da iluminação por controle automático, a fim de evitar ambientes desocupados com iluminação artificial ligada. Exceto ambientes que necessitam que seu sistema de iluminação fique ligado durante todo o dia, como ambientes com pacientes em tratamento ou repouso, espaços públicos e locais onde o desligamento involuntário da iluminação coloque em riscos as pessoas presentes no lugar.

Para determinação do nível de eficiência, o sistema de iluminação pode ser avaliado pelo método das áreas e pelo método das atividades, segundo o RTQ-C. O método da área da edificação, o qual é utilizado no presente estudo de caso, avalia todos os ambientes juntos resultando um único valor para eles, no entanto este método não serve em edificações com mais de três atividades. Já o método das atividades avalia cada ambiente da edificação separadamente.

Para determinar a classificação da eficiência, pelo método das áreas, deve-se: identificar a atividade principal da edificação e a densidade de potência de iluminação limite (DPIL); definir a área iluminada da edificação; multiplicar a DPIL pela área, para resultar na potência limite da edificação, por meio desta se determina a classificação da eficiência do sistema de iluminação. Após a classificação estabelecida da edificação verifica-se o atendimento aos pré-requisitos, mencionados acima, para todos ambientes. Caso algum ambiente não atenda algum pré-requisito, o equivalente numérico de densidade de potência instalada (EqNumDPI) deve ser corrigido.

A iluminação artificial fornecida para o sistema de iluminação de um empreendimento pode ser através de diversos tipos de lâmpadas, entre elas pode-se citar: fluorescentes, incandescentes, LED, entre outras. Essas podem ocasionar economia de energia.

As lâmpadas incandescentes foram o primeiro dispositivo que permitia utilizar eletricidade em iluminação, e são as mais utilizadas em iluminação residencial. Possui como vantagens o baixo custo, sua produção desprovida de materiais tóxicos e recicláveis, porém suas desvantagens, como sua baixa autonomia, elevado gasto de energia e sem atingir os índices mínimos de eficiência luminosa, levaram a substituição dessas lâmpadas por modelos mais eficientes (GOUVEIA; SANTOS, 2013, p. 45).

Ainda segundo os mesmos, as lâmpadas fluorescentes possuem melhor eficiência energética, já que emitem mais energia eletromagnética em forma de luz do que calor. Essas se tornaram padrão para muitas pessoas, pois mesmo sendo mais cara que lâmpadas comuns, sua vida útil é de aproximadamente oito vezes mais. Elas são altamente poluentes devido ao mercúrio e fósforo em seu interior, por isso devem ser descartadas corretamente.

De acordo com Baptista (2016, p. 59), as lâmpadas LED caracterizam-se pela elevada eficiência luminosa, alta durabilidade, reduzido consumo de energia e não apresentam materiais nocivos. No entanto, possuem um custo superior às demais e gera pouca luminosidade, o que pode ser analisado na Figura 5.5, que considera gastos com lâmpadas em cinco anos, operando em média com dez lâmpadas acesas seis horas com custo de 30 centavos por kWh.

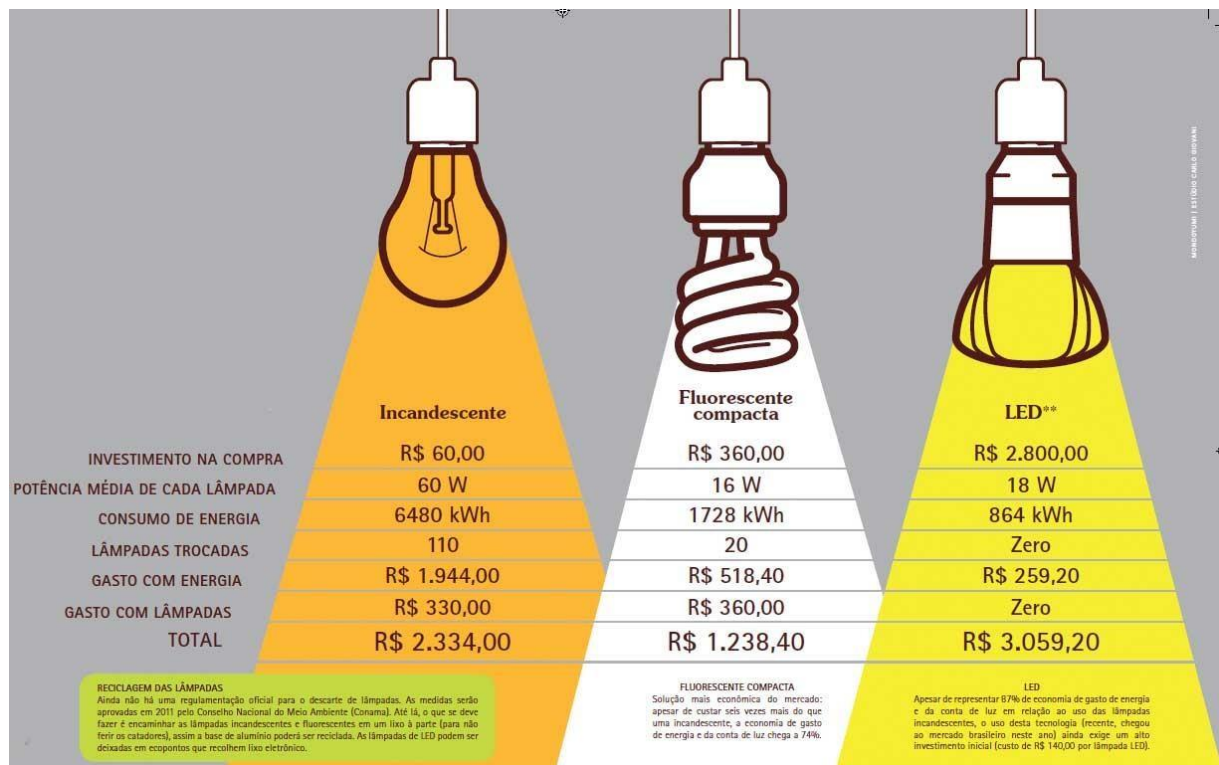


Figura 5.5 – Comparação de consumo elétrico

Fonte: Planeta Sustentável (2010)

Considerando a economia de energia e a sustentabilidade, os quais são dois fatores para o uso eficiente da iluminação, a lâmpada LED está se destacando no mercado, pois tem uma filosofia mais sustentável e ambientalmente correta (Tabela 5.4). Dito isso, uma parcela crescente de consumidores gasta mais com essas lâmpadas para minimizar custos e aumentar a eficiência energética no médio e longo prazo (BAPTISTA, 2016).

Tabela 5.4 – Comparativo de lâmpadas

Fonte Luminosa	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência Luminosa (lm/W)	Potência (W)	Reprodução de Cor	Vida Útil (hs)
Incandescente	200 a 9.359	8 a 18	15 a 500	Muito Boa	≈ 1000
Fluorescente Tubular	650 a 8.300	56 a 90	15 a 110	Regular/Boa	≈ 7.500
Fluorescente Compacta	400 a 2.900	44 a 80	7 a 26	Muito Boa	≈ 10.000
Vapor de Mercúrio	1.800 a 22.000	40 a 55	50 a 400	Regular	≈ 15.000
Vapor de Sódio	5.600 a 125.000	60 a 80	70 a 1000	Baixa	≈ 15.000
LED	200 a 9.500	35 a 100	5 a 120	Muito Boa	≈ 50.000

Fonte: BAPTISTA (2016).

5.1.3 Condicionamento de Ar

Segundo o RTQ-C (2013), o sistema de condicionamento de ar pode ser etiquetado pelo PBE ou não etiquetado. Esses sistemas auxiliam na ventilação, aquecimento ou resfriamento das edificações, tem como finalidade possibilitar conforto térmico e qualidade do ar interno do ambiente sem provocar ruídos, conforme a norma ABNT NBR 16401. Os sistemas de condicionamento de ar avaliados pelo PBE são do tipo janela e do tipo *split*, e têm seu nível de eficiência classificado pelo INMETRO, já os não etiquetados tem seu desempenho classificado por níveis fornecidos pelo RTQ-C.

O ar condicionado é composto por um compressor/condensador e um evaporador, possui o mesmo conceito de funcionamento de uma geladeira. Ao ativar o sistema, o condensador resfria o ambiente até marcar a temperatura desejada no termostato, após este momento somente a ventilação do equipamento funciona. As condensadoras devem ser posicionadas em um local com ventilação e protegido do sol, para não afetar seu desempenho (GOUVEIA; SANTOS, 2013, p. 47).

Os requisitos, citados a seguir, devem ser seguidos para se atingir a avaliação de nível A. As cargas térmicas de projeto dos sistemas de condicionamento de ar devem ser calculadas conforme manuais e normas; cada zona térmica deve ter sua temperatura controlada por um termostato; os sistemas de condicionamento de ar devem ser contemplados com um sistema de desligamento automático; sistemas que prestam a distintas zonas devem ser divididos em áreas isoladas; se houver potência de ventilação superior a 4,4 kW, o RTQ-C estabelece limites de potência dos ventiladores a serem atendidos; sistemas hidráulicos atendidos por um sistema de bombeamento com potência maior que 7,5 kW devem seguir requisitos para sistemas de vazão de líquido variável, isolamento de bombas e controles de reajuste da temperatura de água gelada e quente; e deve existir sistemas que possibilitem operações com velocidades variáveis, o que acaba reduzindo o consumo de energia (RTQ-C, 2013).

Tal como a envoltória e o sistema de iluminação, o sistema de condicionamento de ar também necessita seguir pré-requisitos estabelecidos, porém esses são apenas para atingir o nível de eficiência A.

O RTQ-C estabelece, no tocante de “Isolamento Térmico para Dutos”, o dimensionamento para espessura do isolamento da tubulação, para todos os sistemas de aquecimento ou de arrefecimento, levando em consideração a faixa de temperatura do fluido, a condutividade do isolamento e o comprimento da tubulação

Também, as edificações que possuem aquecimento artificial, devem acatar requisitos mínimos de eficiência energética estabelecidos pelo RTQ-C. Primeiramente, sistemas com bombas de calor ou ciclo reverso devem apresentar o coeficiente de rendimento que mostra a relação entre energia produzida e a energia consumida, maior ou igual a 3,0 W/W. E os aquecedores de acumulação a gás precisam atender aos requisitos mínimos fornecidos na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 – Eficiência mínima para aquecedores de acumulação de água a gás

Tipo de equipamento	Capacidade (kW)	Subcategoria	Eficiência mínima (W)	Procedimento de teste
Aquecedor de acumulação	$\leq 22,98$	$\geq 75,5$ (litros)	$0,62 - 0,0019 \cdot V \cdot EF$	DOE 10 CFR Part 430
	$> 22,98$	$< 309,75 \text{ W/l}$	$0,8 \cdot Et(Q/800 + 110 \cdot V) \cdot SL$	ANSI Z21.10.3
<p>Onde:</p> <p>V: volume (litros);</p> <p>EF: Fator energético;</p> <p>Et: Eficiência térmica;</p> <p>Q: potência nominal de entrada (W);</p> <p>SL: perdas em standby (W), considerando uma diferença de temperatura de 38,9°C entre a água quente acumulada e as condições térmicas do ambiente interno.</p>				

Fonte: RTQ-C

Para determinação do nível de eficiência, o sistema de condicionamento de ar pode ser avaliado através de duas maneiras: sistemas etiquetados pelo PBE e os não etiquetados. Obrigatoriamente para classificação, deve-se conhecer a eficiência de cada sistema de condicionamento de ar e consequentemente pode-se determinar a eficiência energética do conjunto.

Se houver dois ou mais sistemas, pondera-se seu equivalente numérico pela capacidade individual, resultando no equivalente numérico final do sistema de condicionamento de ar (EqNumCA), consequentemente na determinação do nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar da edificação.

5.1.4 Pré-Requisitos Gerais

O RTQ-C determina que além dos requisitos descritos nos itens 5.1.1 a 5.1.3, os pré-requisitos gerais são essenciais para o resultado da classificação geral do nível de eficiência do empreendimento. Não é necessário o atendimento para as classificações parciais, porém, impossibilita a obtenção de uma etiqueta completa de nível A, B ou C.

Há duas referências no RTQ-C, relativamente aos pré-requisitos gerais, uma primeira, em que o empreendimento deve conter circuito elétrico separado por uso final ou conter equipamento instalado que viabilize a medição por uso final. A separação por uso final é realizada de maneira que se identifique o circuito de cada uso, como: iluminação, sistema de condicionamento de ar, e outros. As medições podem contribuir na investigação do consumo de energia, ao indicar onde e em que momento se consome mais, e como resultado onde se deve investir para aumentar a eficiência energética do empreendimento quando em uso.

A segunda refere-se ao aquecimento de água, onde edificações que possuam uma porcentagem de uso de água quente igual ou superior a 10% do consumo de energia ou edificações com grande necessidade de água quente como, por exemplo, restaurantes, academias, clubes e hospitais devem obedecer este pré-requisito.

Para atingir a classificação de nível A, a edificação deve comprovar que 100% do seu consumo de água quente é atendido por um ou mais dos sistemas listados abaixo e atendendo as condições de isolamento das tubulações.

- I) Sistema de aquecimento solar;
- II) Aquecedores a gás do tipo instantâneo;
- III) Sistema de aquecimento de água por bombas de calor;
- IV) Caldeiras a gás.

5.1.5 Bonificações

Pontuação extra que busca incentivar a utilização de alternativas que aumentem a eficiência energética da edificação. Pode-se receber até um ponto na classificação geral. Todas as bonificações citadas devem ser comprovadas por meio de dois memoriais de cálculo, onde um fornece a análise da edificação sem a bonificação e o outro considera a bonificação. As bonificações podem ser: sistemas e equipamentos que racionalizem o uso de água; sistemas ou fontes renováveis de energia; sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas; e edifícios com elevadores que obtiverem nível A receberão 0,5 pontos.

5.1.6 Pontuação Final

Para se adquirir a ENCE, devem-se analisar todos os procedimentos presentes no RTQ-C, o qual exibe todos os critérios utilizados para a classificação do nível de eficiência energética para que essa seja feita de modo claro e padronizado. Os parâmetros são ponderados por meio de uma equação (Figura 5.6) que somada à bonificação estabelece a nota da edificação. Cada parâmetro tem um peso, como já citado anteriormente, para a formulação da nota final. A etiquetagem deve ser realizada por meio do método prescritivo ou de simulação. O método prescritivo, aplicado no estudo de caso, é um método simplificado que avalia as edificações através de equações e tabelas estabelecidas no RTQ-C, para os três critérios de maneira separada. O método de simulação é uma alternativa mais completa onde a avaliação é realizada por meio da comparação da simulação do consumo anual de energia elétrica de dois modelos computacionais. O primeiro consiste no edifício real, já o segundo um modelo de referência, que se baseia no método prescritivo.

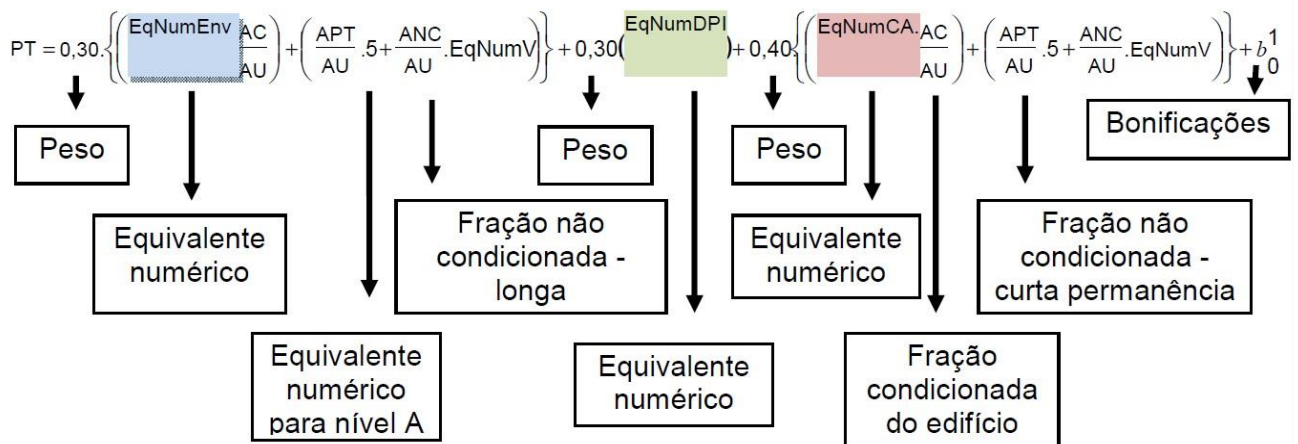


Figura 5.6 – Equação geral para classificação energética

Fonte: RTQ-C (2010)

Os equivalentes numéricos representam a normalização do valor de eficiência para os sistemas individuais, considerando todos os cálculos e procedimentos realizados, variam de um a cinco. Com o resultado obtido por meio da equação de ponderação contida na figura acima, classifica-se a edificação com nota de A a E como mostra a Tabela 5.6.

Tabela 5.6 – Classificação geral

CLASSIFICAÇÃO FINAL	PT
A	$\geq 4,5$ a 5
B	$\geq 3,5$ a $< 4,5$
C	$\geq 2,5$ a $< 3,5$
D	$\geq 1,5$ a $< 2,5$
E	$< 1,5$

Fonte: RTQ-C (2010).

5.2 CERTIFICAÇÃO SBTOOL

Inicialmente a metodologia SBTOOL foi desenvolvida como uma ferramenta que permite a avaliação e a certificação de sustentabilidade de edifícios residenciais, porém foi alargado para o setor dos edifícios de serviços. O SBTOOL é um sistema internacional, desenvolvido pela associação iiSBE (international initiative for the Sustainable Built Environment) e é o resultado da colaboração de mais de 20 países situados na Europa, Ásia e América. A metodologia foi desenvolvida de maneira a potencializar seu uso por equipes de projeto com pouco conhecimento neste assunto e facilitar a compreensão dos resultados obtidos (ANDRADE, 2009, p. 82).

Segundo o mesmo, o edifício e os serviços executados em suas imediações são o objeto estudado nesta ferramenta. Pela utilização desta metodologia é possível avaliar e classificar o desempenho de um edifício, em relação à melhor prática e a prática convencional. Na aplicação do SBTOOL, o ciclo de vida da edificação é considerado em seu todo. Portanto para um edifício novo considera-se desde a fase do anteprojeto até a fase de demolição. No entanto para um edifício já construído o ciclo de vida avaliado tem início no momento da intervenção até a fase de demolição.

Segundo o iiSBE, o processo de avaliação e certificação segue as etapas abaixo e é representado esquematicamente na figura 5.7:

- 1) Registro do projeto a ser avaliado na página online do *SBTOOL*^{PT};
- 2) O projetista coloca os elementos necessários à avaliação na ferramenta online ou preenche as folhas de cálculo da metodologia, que serão pré-avaliados pelo iiSBE;

- 3) A iiSBE Portugal verifica se o processo foi bem elaborado e se contém os requisitos necessários à certificação;
- 4) Os resultados da pré-avaliação juntamente com os elementos do projeto são submetidos pela iiSBE a um Avaliador Qualificado em Avaliação da Construção Sustentável (AQACS). O mesmo valida esses resultados e introduz correções necessárias;
- 5) Emissão do certificado de sustentabilidade pelo iiSBE.

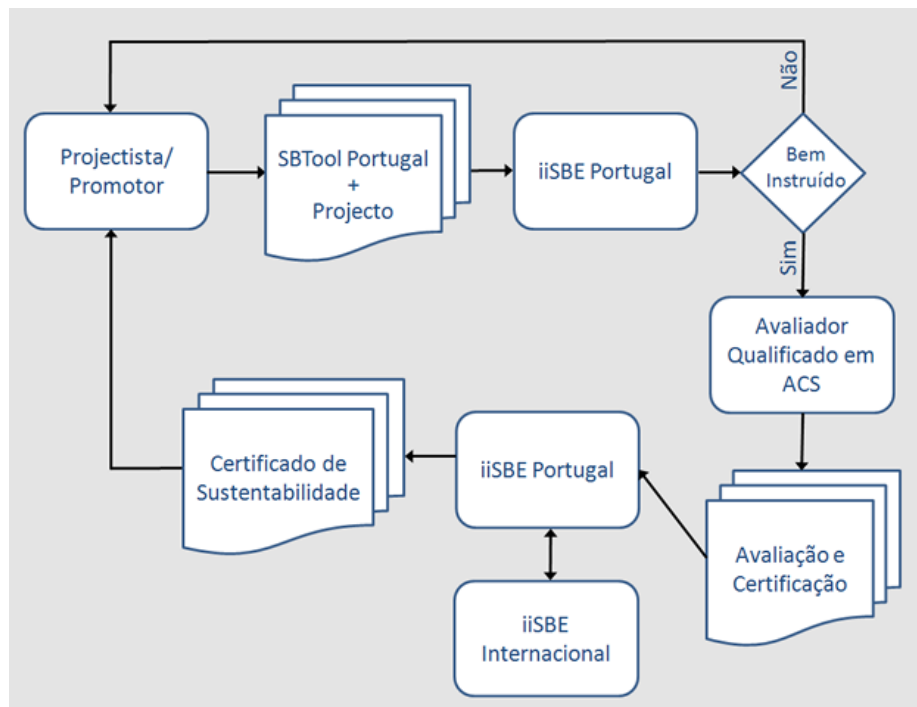


Figura 5.7 – Esquema de certificação *SBTool^{PT}*

Fonte: iiSBE (2016).

De acordo com Bragança e Mateus (2004), um parâmetro é uma propriedade que fornece dados a respeito de um ambiente, área ou fenômeno. Os resultados de uma avaliação possuem grande dependência em relação ao tipo e quantidade de parâmetros estudados e acaba sendo impossível avaliar todos os parâmetros relacionados ao comportamento de uma edificação. Desta maneira, é preciso fazer uma seleção dos parâmetros a estudar. Essa seleção pode ser feita em relação ao objetivo da avaliação, das exigências que se pretende satisfazer, das características do local e dos dados disponíveis. Na tabela 5.7, são apresentados os indicadores e os seguintes parâmetros, estabelecidos na metodologia SBTOOL, de acordo com as três dimensões definidas: ambiental, social e econômica.

Tabela 5.7 – Categorias, indicadores e parâmetros do SBTOOL (continua)

Desempenho Ambiental
C1 - Alterações Climáticas e Qualidade do Ar Exterior
Impacte ambiental associado ao ciclo de vida dos edifícios
P1 - Valor agregado das categorias de impacte ambiental de ciclo de vida de área útil de pavimento por ano
C2 - BIODIVERSIDADE E USO DO SOLO
Densidade urbana
P2 - Percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível
P3 - Índice de impermeabilização
Reutilização de solo previamente edificado ou contaminado
P4 - Percentagem da área de intervenção previamente contaminada ou edificada
Uso de plantas autóctones
P5 - Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones
Efeito de ilha de calor
P6 - Percentagem da área em planta com refletância igual ou superior a 60%
C3 - ENERGIA
Energia primária não renovável
P7 - Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização
Energia produzida localmente a partir de fontes renováveis
P8 - Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis
C4 - MATERIAIS E RESÍDUOS SÓLIDOS
Reutilização de materiais
P9 - Percentagem em custo de materiais reutilizados
Reutilização de materiais reciclados
P10 - Percentagem em peso de conteúdo reciclado do edifício
Recurso a materiais certificados
P11 - Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados
Uso de substitutos de cimento no betão
P12 - Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão
Condições de armazenamento de resíduos durante a fase de utilização do edifício
P13 - Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos
C5 - ÁGUA
Consumo de água
P14 - Volume anual per capita no interior do edifício
Reutilização e utilização de água não potável
P15 - Percentagem de redução do consumo de água potável

Tabela 5.7 – Categorias, indicadores e parâmetros do SBTOOL (conclusão)

Desempenho Social	
C6 – CONFORTO E SAÚDE DOS UTILIZADORES	
Eficiência da ventilação natural em espaços interiores	
P16 – Potencial de ventilação natural	
Toxicidade dos materiais de acabamento	
P17 – Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV	
Conforto térmico	
P18 – Nível de conforto térmico médio anual	
Conforto visual	
P19- Média do fator de luz do dia médio	
Conforto acústico	
P20 – Nível médio de isolamento sonoro	
C7- ACESSIBILIDADE	
Acessibilidade a transportes públicos	
P21 – Índice de acessibilidade a transportes públicos	
Acessibilidade a amenidades	
P22 – Índice de acessibilidade a amenidades	
C8- SENSIBILIZAÇÃO E EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE	
Formação dos ocupantes	
P23 – Disponibilidade e conteúdo do Manual do utilizador do Edifício	
Desempenho Econômico	
C9 - CUSTOS DE CICLO DE VIDA	
Custo inicial	
P24 – Valor do custo do investimento inicial por m2 de área útil	
Custos de utilização	
P25 – Valor do custo de utilização por m2 de área útil	

Fonte: ANDRADE (2009).

5.2.1 Parâmetros para o Estudo

Através da tabela acima, observa-se a existência de uma grande quantidade de parâmetros para avaliação da sustentabilidade das edificações, porém o objetivo deste trabalho é a classificação relacionada à eficiência energética. Portanto a fim de permitir uma comparação adequada com o PROCEL Edifica foram selecionados alguns parâmetros e indicadores específicos, descritos abaixo. Pois esses condizem com a metodologia aplicada aos pré-requisitos do PROCEL.

Os parâmetros selecionados pertencem ao âmbito ambiental e ao social, nas categorias de energia, água e conforto e saúde dos utilizadores. Por consequência, os itens não selecionados têm o seu peso distribuído adequadamente pelos demais.

A categoria de energia pertence ao desempenho ambiental da classificação SBTOOL, e está subdividida em dois indicadores, com um parâmetro cada. O primeiro indicador, intitulado “Energia primária não renovável”, contempla o parâmetro de consumo de energia primária não renovável na fase de utilização. O qual busca a satisfação das exigências de conforto térmico com o mínimo consumo energético possível, seguindo os limites estabelecidos pelo Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE), decreto de lei português, e promove a seleção de tecnologias e sistemas construtivos que asseguram a salubridade do ar interior e a longevidade dos elementos construtivos. Este parâmetro, se comparado ao PROCEL Edifica, pode ser relacionado ao sistema de iluminação, no que diz respeito ao gasto de energia derivada de fontes não renováveis, e ao sistema de condicionamento de ar por aquecimento e resfriamento artificial, já que ambos trabalham com gasto energético.

O RSECE tem como objetivo determinar as necessidades titulares de energia para climatização (aquecimento e resfriamento), iluminação, produção de água quente, ventilação, etc. Essas necessidades são apresentadas através do Indicador de Eficiência Energética nominal (IEE_{nom}), o qual consiste no valor de energia, por m^2 , que um espaço precisa para perpetuar as condições de conforto referenciadas. Para este indicador existem limites que são estabelecidos de acordo com a atividade exercida no imóvel e sua idade, edificações que passam por reabilitação possuem limites menos exigentes em comparação a novas edificações (ANDRADE, 2009, p. 94). Também se observa que na certificação PROCEL Edifica no método das áreas e no método das atividades, expostos no sistema de iluminação, existem limites estabelecidos, dependendo das atividades empregadas na edificação.

O desempenho deste parâmetro é alcançado através da quantificação da energia primária não renovável (P_{ENR}) consumida durante a fase de utilização. Para a quantificação da melhor prática e da prática convencional seguiu-se o RSECE e o Sistema de Certificação Energética (SCE). O limite de consumo global específico dos edifícios existentes corresponde à prática convencional, já a melhor prática corresponde ao valor do IEE mínimo necessário para conquistar o desempenho A^+ no certificado de eficiência energética.

O segundo indicador da categoria de energia é “Energia produzida localmente a partir de fontes renováveis”, este indicador contempla o parâmetro de quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis. Sabendo que a maior parte da energia elétrica consumida no mundo deriva de fontes não renováveis, é harmonioso valorizar e promover a redução do consumo de energia não renovável através da instalação de sistemas que permitam a produção de energia através de fontes renováveis, o que é o objetivo deste parâmetro. Essa preocupação por energia derivada de fontes renováveis também está evidente na certificação PROCEL, no pré-requisito para aquecimento de

água por aquecimento solar e na bonificação referente aos sistemas ou equipamentos para captação de energia por fontes renováveis instalados na edificação.

O desempenho da edificação em relação a este parâmetro avalia-se pelo valor calculado de energia produzida anualmente na edificação através de fontes renováveis (P_{ER}), resultado da quantificação da contribuição dos sistemas coletores solares e outros sistemas de fonte renovável para água quente sanitária, aquecimento e produção de energia elétrica, utilizando a ferramenta informática *SolTerm*. A fim de buscar tecnologias que aproveitem energias renováveis e consequentemente contribuam para a redução de energia convencional, esta metodologia utiliza a prática convencional como 50% da energia útil gasta com sistemas convencionais de preparação de águas quentes sanitárias, já a melhor prática equivale a um acréscimo de 20% as necessidades anuais nominais globais estimadas de energia primária (kW.h).

A categoria água igualmente a categoria energia, pertence ao desempenho ambiental desta classificação sustentável, e também está subdividida em dois indicadores, com um parâmetro cada. Esta categoria foi selecionada para o presente trabalho, pois tem relação a bonificação do PROCEL Edifica, a qual pontua sistemas ou equipamentos que racionalizem água.

O primeiro indicador, intitulado “consumo de água” aborda o parâmetro de volume anual de água consumido *per capita* no interior do edifício. A água é fundamental à vida e está cada vez mais escassa, já é considerada o petróleo do futuro, visto isso, o objetivo deste parâmetro é promover a redução do consumo de água no interior das edificações durante a fase de utilização, através de seu uso estratégico e eficiente.

O desempenho do uso da água no interior da edificação se dá pela quantificação do volume anual de água consumido per capita (P_{CA}), levando em consideração os tipos, quantidades e consumos dos dispositivos de utilização de água instalados (Tabela 5.8). Levando em consideração que 10% da captação diária é usada para rega de jardins e usos externos, ao se considerar apenas o consumo de água no interior da edificação analisa-se que a prática convencional é de aproximadamente 44 m³/hab.ano. Já a melhor prática deriva de um estudo baseado em uma edificação em que se utiliza dispositivos mais eficientes, resultando em um valor de 22 m³/hab.ano.

Tabela 5.8 – Previsão do consumo anual de água *per capita* no interior da edificação

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Dispositivo de utilização	Tipo de Dispositivo	Consumo por utilização (litros)	Proporção na habitação (soma=1)	Nº utilizações por ano	Nº de utilizações / dia.hab.	Vol. Anual de água consumida (m ³ / hab.ano)
Bacias de retrete	Descarga de 10 l	10,5		365	6	
	Descarga de 9 l	9,5		365	6	
	Descarga de 7,5 l	8		365	6	
	Descarga de 6 l	6,5		365	6	
	Dupla descarga 6/4 l	4,5		365	6	
	Descarga de 4 l	4		365	6	
	Dupla descarga 6/3 l	4		365	6	
	Dupla descarga 4/2 l	3		365	6	
	Sistema seco	0		365	6	
	Outro			365	6	
Torneiras	Torneiras convencionais	1		365	10	
	Torneiras com redutor de caudal	0,5		365	10	
	Torneiras com arejador	0,5		365	10	
	Outro			365	10	
Lava-louça	Torneiras convencionais	12		365	1	
	Torneiras com redutor de caudal	6		365	1	
	Torneiras com arejador	6		365	1	
	Outro			365	1	
Chuveiros	12 < fluxo ≤ 15	67,5		365	0,7	
	9 < fluxo ≤ 12	52,5		365	0,7	
	6 < fluxo ≤ 9	37,5		365	0,7	
	4,5 < fluxo ≤ 6	26,5		365	0,7	
	fluxo ≤ 4,5	22,5		365	0,7	
	Outros			365	0,7	
Máquina de Roupa	Prática corrente	75		365	0,15	
	Baixo consumo	45		365	0,15	
	Outro			365	0,15	
Máquina de Louça	Prática corrente	25		365	0,12	
	Baixo consumo	15		365	0,12	
	Outro			365	0,12	
Previsão do volume anual de água consumido per capita no interior do edifício (P_{CA}) = Σ =						

Notas:

A tabela apresentada superiormente está dividida em 7 diferentes colunas, identificadas de [1] a [7]. Em todos os dispositivos, para a determinação do Volume Anual de Água consumida coluna [7], aplica-se a seguinte equação : [7]= [3]x[4]x[5]x[6]/1000:

[1] Identificação do tipo de dispositivo de utilização;

[2] Identificação do tipo de dispositivo instalado ou previsto;

[3] Identificação do consumo médio previsto por utilização de cada dispositivo. Caso se conheça o consumo específico do equipamento previsto, utilizar esse valor nesta coluna

[4] Inserir a proporção dos dispositivos na habitação. Por exemplo, se apenas um tipo de torneiras foi instalado em toda a habitação a proporção será de 1 (100%) para essa torneira, se forem instalados dois tipos diferentes a proporção será aquela em que existem na habitação, por exemplo 0,5 (50%) para cada uma delas se estiverem em igual

[5] Número médio de dias em que o equipamento é utilizado num ano;

[6] Número médio de utilizações previstas para cada equipamento por dia e por pessoa.

Fonte: BRAGANÇA; MATEUS (2009).

O segundo indicador, “reutilização e utilização de água não potável” trabalha o parâmetro de porcentagem de redução do consumo de água potável, e promove essa redução durante a fase de utilização, recorrendo a técnicas de águas residuais domésticas e utilização de águas pluviais. Segundo Andrade (2009, p. 99), pode-se potencializar uma redução em 100% com a utilização de água da chuva se substituir a água de rega proveniente da rede pública por água pluvial, e se instalado um reservatório que cubra 50% das necessidades, a poupança mínima desta medida é de 20 m³/ano por jardim. No estudo de caso apresentado neste trabalho utiliza-se a água captada da chuva nas coberturas e estacionamentos para rega dos jardins.

O desempenho deste parâmetro estima-se através da redução do consumo de água potável no interior da edificação (P_{RCA}) por sistemas que permitem o aproveitamento de águas cinzentas e pluviais, o qual se dá pela aplicação da Fórmula 5.2. Para classificação deste parâmetro a melhor prática é considerada como uma situação na qual toda água usada nas bacias de retrete derivam da reciclagem de águas cinzentas e/ou pluviais, já a prática convencional não considera o aproveitamento destas águas.

$$P_{RCA} = \frac{V_{AC} + V_{AP}}{P_{CA} \times n.ocupantes} \quad (5.2)$$

Onde:

V_{AC} - Volume de água cinzenta reciclado anualmente (m³/ano);

V_{AP} - Volume de água pluvial aproveitado (m³/ano);

P_{CA} - Volume anual de água consumido *per capita* (m³/ano).

A categoria de conforto e saúde dos utilizadores pertence ao âmbito social da classificação SBTool, e está subdividida em cinco indicadores, com um parâmetro cada. Porém destes cinco indicadores, neste trabalho, são contemplados apenas os dois abaixo.

O primeiro indicador abordado, “eficiência da ventilação natural em espaços interiores” estuda o parâmetro de potencial de ventilação natural. Além da climatização associada aos espaços interiores, a ventilação também é importante pela manutenção da qualidade do ar interior. A renovação do ar interior pode ser feita por sistemas de ventilação natural ou mecânica, tendo em vista a sustentabilidade opta-se pela natural. Essa utiliza as diferenças de pressão naturais entre dois locais para promover a circulação do ar e introduzir ar fresco no interior da edificação. A ventilação natural é conseguida por estratégias construtivas, como: aberturas para o exterior, portas, grelhas de ventilação, vãos envidraçados com possibilidade de abertura, etc. Este parâmetro se comparado ao PROCEL Edifica está relacionado ao sistema de condicionamento de ar e as estratégias empregadas na envoltória da edificação.

Este parâmetro pretende valorizar sistemas de ventilação natural que anulem a necessidade do uso de sistemas mecânicos, garantindo a renovação e qualidade do ar interior. Para isso utiliza-se um *checklist* presente na Tabela 5.9 que resulta no potencial de ventilação natural (P_{VN}), sua pontuação máxima são 90 créditos. Para classificar este parâmetro a melhor prática considera a obtenção de 60 créditos e para a prática convencional 30 créditos.

Tabela 5.9 – Determinação do valor do potencial de ventilação natural (P_{VN})

Critérios	Descrição	x	Créditos
1	Requisito legal		Pré-requisito
1.1	Em todos os espaços habitáveis do edifício ou fracção é cumprida a taxa de renovação nominal mínima de 0,6 renovações por hora prevista no RCCTE.		
2	Tipo de ventilação existente		
2.1	É utilizada ventilação mecânica no edifício ou fracção.		0
2.2	O edifício ou fracção recorre apenas a ventilação natural.		10
3	Aspectos relacionados com as plantas de arquitectura		
3.1	O edifício ou fracção apresenta espaços habitáveis onde não é possível ventilação cruzada e num ou mais desses espaços não é cumprido pelo menos um dos aspectos de concepção referidos anteriormente que potenciam a ventilação natural unilateral.		0
3.2	De acordo com a análise das plantas de arquitectura do edifício e tendo por base os aspectos enunciados anteriormente, a ventilação natural é eficaz em todos os espaços habitáveis e a percentagem de área habitável onde é possível a ventilação cruzada (PAh) é:		
3.2.1	Menor do que 25% da área habitável.		10
3.2.2	Superior ou igual a 25% e inferior a 50% da área habitável.		20
3.2.3	Superior ou igual a 50% e inferior a 75% da área habitável.		30
3.2.4	Superior ou igual a 75% da área habitável.		40
4	Área de aberturas para o exterior		
4.1	O edifício ou fracção apresenta uma área de aberturas para o exterior (janelas, portas, grelhas de ventilação, etc.) que é:		
4.1.1	Inferior a 5% da área útil de pavimento.		0
4.1.2	Igual ou superior a 5% e inferior a 10% da área útil de pavimento.	10	
4.1.3	Igual ou superior a 10% da área útil do pavimento.	20	
5	Tipo de caixilharias utilizadas nos vãos		
5.1	Todos os espaços habitáveis apresentam pelo menos um vão com grelha de ventilação incorporada na caixilharia ou uma janela ou porta oscilo-batente.		20
PVN			

Fonte: MATEUS (2009).

O segundo indicador estudado é “conforto visual”, este se refere ao parâmetro de média do fator de luz do dia médio. A luz é fundamental para a execução de qualquer atividade em um edifício, se fornecida de maneira natural minimiza o consumo de energia, caso a edificação possua estratégias adequadas. Este parâmetro se comparado ao PROCEL Edifica tem relação as aberturas zenitais para iluminação no sistema da envoltória e contribuição da luz natural no sistema de iluminação. O desempenho é avaliado através do Fator de Luz do Dia Médio (FLDM), resultante da média dos fatores de luz do dia médio de

todos os ambientes do edifício (Fórmula 5.3). Para efeitos da classificação considera-se a melhor prática com um FLDM de 3% para todos os tipos de compartimentos e a prática convencional tem um FLDM de 2% para cozinhas, 1% para salas e escritórios e 0,5% para quartos.

$$\overline{P_{FLDMm}} = \frac{\sum \overline{FLDM_i} \times A_i}{\sum A_i} \quad (5.3)$$

Onde:

$\overline{FLDM_i}$ - fator de luz do dia médio do compartimento i;

A_i - área do compartimento i.

5.2.2 Pontuação Final

Para os parâmetros ambientais, avaliam-se e quantificam-se os potenciais impactos causados por tecnologias construtivas, devido ao estudo em relação aos materiais utilizados durante seu ciclo de vida, e ainda levar em consideração as prioridades ambientais do local. Os parâmetros sociais são definidos para cada solução construtiva, pois as características funcionais diferem entre as soluções. E estes parâmetros estão associados apenas com o conforto e saúde dos ocupantes da edificação. Já para a avaliação dos parâmetros econômicos englobam-se todos os custos relacionados com o ciclo de vida do edifício (ANDRADE, 2009, p. 83).

O mesmo afirma, que após a escolha dos parâmetros é realizada a normalização dos mesmos, a fim de evitar efeitos de escala e possibilitando uma solução equivalente. Para tal, transformam-se os valores dos parâmetros em adimensionais e converte-os para uma escala de zero a um, do pior ao melhor valor respectivamente. Para isso utiliza-se à fórmula 5.4:

$$\overline{Pi} = \frac{Pi - Pi_*}{Pi^* - Pi_*} \quad \forall i \quad (5.4)$$

Onde:

Pi - resultado da quantificação do parâmetro;

Pi^* - melhor prática para o parâmetro de sustentabilidade i;

Pi_* - prática usual para o parâmetro de sustentabilidade i.

A partir dos resultados obtidos pelo processo acima é realizada uma agregação dos mesmos, a qual consiste numa soma ponderada dos diversos parâmetros, em apenas um indicador, para cada uma das dimensões do desenvolvimento sustentável (ambiental, social e econômica). Nessa ponderação não existe um padrão para a determinação dos seus fatores, podendo variar de uma situação a outra. Para tal utiliza-se à Fórmula 5.5:

$$I_j = \sum_{i=1}^n w_i \times \bar{P}_i \quad (5.5)$$

Onde:

I_j - média ponderada de todos os parâmetros normalizados, pertencentes ao indicador j;

w_i - peso relativo de cada parâmetro (a soma dos pesos atribuídos deve ser igual a um).

Após a avaliação de cada parâmetro, é possível sintetizar num único valor o comportamento global da solução, resultando em uma nota de sustentabilidade. Através da soma ponderada dos três indicadores, com a Fórmula 7:

$$NS = w_{G1} \cdot I_A + w_{G2} \cdot I_S + w_{G3} \cdot I_E \quad (5.6)$$

Onde:

NS - nota sustentável;

I_j - indicador da dimensão j;

w_j - peso do indicador I_j ;

A soma dos pesos atribuídos deve ser igual a um, de modo que $NS \in [0; 1]$.

A metodologia SBTool utiliza as ponderações apresentadas na Tabela 5.10, com a finalidade de obter maior compatibilização entre os ambientes natural e construtivo, mesmo que isso provoque um aumento de custos, no entanto não comprometendo a relação custo/benefício da construção. Por último através da Tabela 5.11 pode ser atribuída uma classificação de desempenho para solução construtiva, porém deve vir acompanhada com o desempenho parcial dos três indicadores, ambiental, social e econômico (ANDRADE, 2009, p. 86).

Tabela 5.10 – Peso de cada indicador na aplicação da *SBTool*^{PT}

Indicador (I_j)	Peso (w_j)
Ambiental	0,40
Social	0,30
Econômico	0,30

Fonte: ANDRADE (2009).

Tabela 5.11 – Condições para classificação *SBTool*^{PT}

Nível	Condições
A^+	$P_i > 1,00$
A	$0,70 < P_i \leq 1,00$
B	$0,40 < P_i \leq 0,70$
C	$0,10 < P_i \leq 0,40$
D	$0,00 < P_i \leq 0,10$
E	$P_i < 0,00$

Fonte: ANDRADE (2009).

Através da descrição desta metodologia de classificação notam-se algumas diferenças em relação à classificação PROCEL Edifica. Uma diferença é que o SBTool possui uma estrutura global, ajustável a cada país ou região, já o PROCEL foi desenvolvido apenas para as oito zonas bioclimáticas do Brasil. Também, ao analisar a Figura 5.8, que mostra o certificado de sustentabilidade adotado para a certificação de edificações pelo SBTool, percebe-se que esse certificado, diferente do PROCEL Edifica, possui mais informações da edificação, inclusive com espaço para imagem do edifício avaliado.

Certificado de Sustentabilidade

Nº Certificado



SBTOOL^{pt}
ferramenta para a construção sustentável

Foto: Habitat Lab

1 - IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO

Foto (alçado principal)

TIPO ☐ Edif. Habitação Unifamiliar ☐ Edif. Habitação Multifamiliar

MORADA / SITUAÇÃO

Rua/Avenida/Praça

Localidade	Freguesia
Concelho	Código Postal - ,
Imóvel inscrito na	Cons. do Reg. Predial de
Sob o nº	Art. Matricial nº



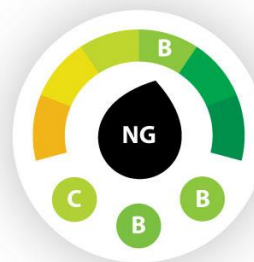
2 - ETIQUETA DE SUSTENTABILIDADE

Desempenho ao nível de cada dimensão
Nota Global (NG)

Legenda da ferramenta **SBTOOL**^{pt}

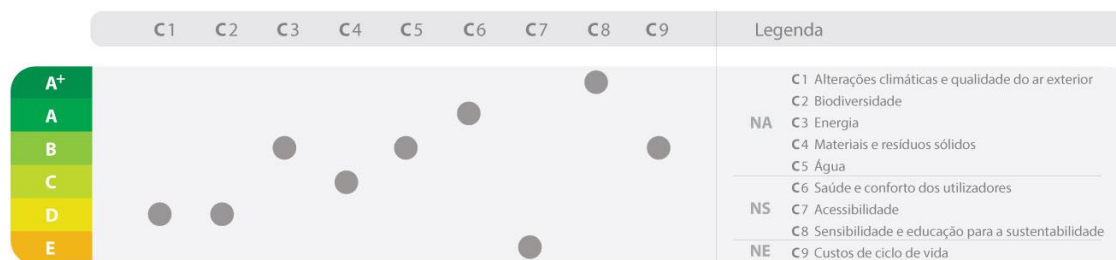


NG	NA	NS	NE
Nota Global	Nota Ambiental	Nota Social	Nota Económica
	- Alterações climáticas e qualidade do ar exterior - Biodiversidade - Energia - Materiais e resíduos sólidos - Água	- Saúde e conforto dos utilizadores - Acessibilidade - Sensibilidade e educação para a sustentabilidade	- Custos de ciclo de vida



NG
Nota Global

3 - DESAGREGAÇÃO DO DESEMPENHO POR CADA CATEGORIA



Nome do responsável pela emissão do certificado

Avaliador

Data de emissão

ENTIDADE SUPERVISORA



International Initiative
for a Sustainable
Built Environment

Figura 5.8 – Certificado de sustentabilidade *SBTool*^{PT}

Fonte: Habitat Lab (2016).

6 ESTUDO DE CASO: HOTEL GJP LINX-PRODIGY

Localizado na cidade de Confins no Município de Lagoa Santa – MG, próximo ao Aeroporto Internacional Tancredo Neves, zona bioclimática ZB2. Trata-se de uma edificação comercial construída em um terreno de 15.820 m², essa é composta por uma torre de onze pavimentos, com uma área total de 8.982,13 m². Possui um total de 123 unidades de apartamentos três estrelas e 39 unidades de apartamentos de quatro estrelas. A Figura 6.1 ilustra a edificação e destaca em vermelho a área construída.

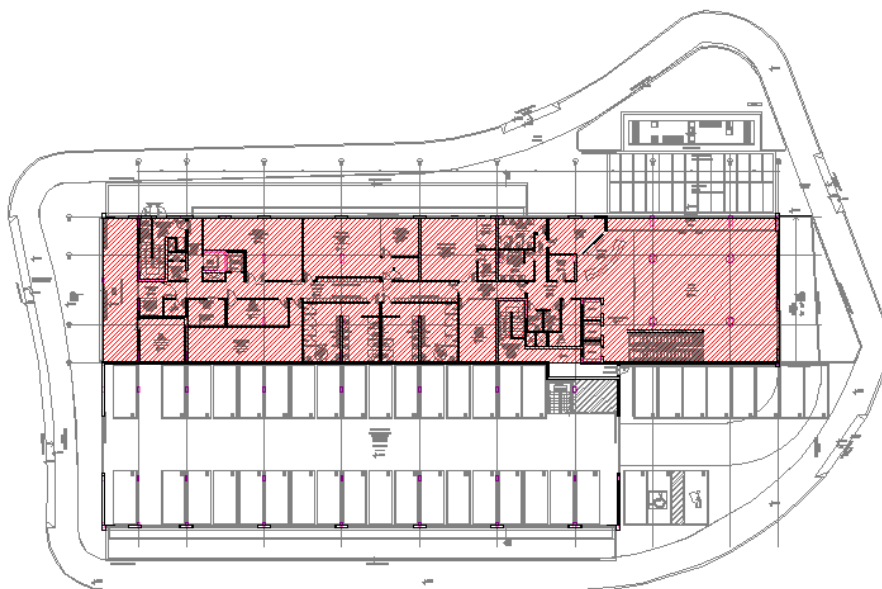


Figura 6.1 – Implantação Hotel GJP Linx-Prodigy

Fonte: GJP (2016).

Possui aberturas voltadas para três orientações solares (Norte, Sul e Leste) e sem proteções solares. O edifício possui fachada principal voltada para o Norte, com azimuth de 319,1°. A Figura 6.2 ilustra a perspectiva do empreendimento. O Hotel contém 60 painéis solares instalados na cobertura, os quais possibilitam o aquecimento de 40% da água quente do empreendimento, o restante depende de aquecedores a gás do tipo instantâneo.



Figura 6.2 – Perspectiva Hotel GJP Linx-Prodigy

Fonte: GJP (2016).

6.1 CERTIFICAÇÃO PROCEL EDIFICA

Segue síntese do relatório de inspeção oficial, realizado pela Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras (CERTI), para classificação do Hotel GJP Linx-Prodigy com a certificação PROCEL Edifica. Esse relatório, o qual se encontra na íntegra no anexo C, será utilizado como ponto de referência para o estudo da certificação SBTool.

O empreendimento Hotel GJP Linx-Prodigy foi avaliado para a etapa de edificação construída, inspecionado através do método prescritivo. A fiscalização foi realizada com a finalidade de obter a ENCE Geral, com avaliação nos sistemas: envoltória, iluminação, condicionamento de ar, aquecimento de água e bonificação de racionalização de água. O nível de eficiência do empreendimento é determinado de acordo com os limites determinados nos regulamentos para cada sistema. O nível final é estabelecido através da classificação dos três sistemas, dos pré-requisitos gerais e das bonificações.

Para definir o nível de eficiência da envoltória da edificação, deve-se calcular o Índice de Consumo (IC), o qual prevê a influência deste sistema no consumo de energia da edificação. O cálculo do IC tem como base a forma, as aberturas e as proteções solares da edificação, considerando sua zona bioclimática.

A edificação não possui ângulos de sombreamento. Abaixo na Tabela 6.1, seguem os dados finais usados para o cálculo do IC. Onde constam: a área de projeção do edifício (A_{pe}), considerando a média entre as diferentes áreas de projeção dos pavimentos tipo, térreo e cobertura; a área da envoltória (A_{ENV}), que é

a área dos planos de fechamento da edificação, separando-se as áreas por orientações das fachadas, pois a orientação influencia no consumo de energia; a área total do piso (A_{Tot}), que é a área disponível para ocupação; a área de projeção da cobertura, incluindo terraços cobertos e descobertos; o volume total da envoltória da edificação; o fator de forma, que é a razão a área da envoltória e o volume da edificação; o fator de altura, que é a razão entre a área de projeção da edificação e a área do piso; o fator solar; e o percentual de abertura na fachada. De acordo com o relatório de inspeção, o IC calculado resulta em 82,28 e alcança a eficiência A.

Tabela 6.1 – Dados para cálculo do IC

Parâmetros	Valor	Unidade
Zona Bioclimática	02	Adimensional
Área de projeção do edifício (A_{PE})	816,56	m ²
Área de envoltória (A_{Env})	5.956,97	m ²
Volume Total (V_{Tot})	29.540,75	m ³
Área de projeção da cobertura (A_{PCob})	930,39	m ²
Área total (A_{Tot})	8.982,13	m ²
Fator de Forma (FF)	0,20	Adimensional
Fator Altura (FA)	0,10	Adimensional
Percentual de Abertura na Fachada (PAF)	7,7%	%
Fator Solar (FS)	0,43	Adimensional
Ângulo Vertical de Sombreamento (AVS)	0,00	Graus
Ângulo Horizontal de Sombreamento (AHS)	0,00	Graus
Índice de Consumo (IC) – Edifício Construído		82,28

Fonte: CERTI (2016).

Avaliando os pré-requisitos para envoltória, se obtém nível A para aberturas zenitais, já que a edificação não possui essas aberturas, atendendo ao pré-requisito.

Ao avaliar o detalhamento das composições dos materiais que compõem a envoltória da edificação, verificou-se que a transmitância térmica da cobertura das áreas condicionadas é igual a 0,56 W/m²K e das áreas não condicionadas é igual a 1,78 W/m²K, as quais atingem os níveis B e C respectivamente. Já a transmitância térmica das paredes é igual a 1,73 W/m²K, o que atende ao pré-requisito para o nível B.

Analisando o detalhamento das composições dos materiais e cores que constituem a envoltória da edificação, verificou-se que a absorvância solar média da cobertura é 0,70, portanto a edificação não atende a este pré-requisito e pode atingir no máximo nível C, e as paredes possuem absorvância solar média maior que 0,50, assim atendendo ao nível B.

Após a determinação do IC e do atendimento aos pré-requisitos, a envoltória conquistou a classificação de nível C.

Para avaliação do sistema de iluminação considerou-se a edificação completa e foi utilizado o método da área, comparando a potência instalada no sistema de iluminação, com o limite determinado para a função da edificação, o que pode ser observado na Tabela 6.2. De acordo com esta comparação o sistema de iluminação obteve nível A.

Tabela 6.2 – Potência instalada para cada atividade principal

Atividades	Área (m²)	Potência instalada (W)	Potência Limite (W)			
			Nível A	Nível B	Nível C	Nível D
Função 1: Hotel	8.280,51	58.808,53	89.429,46	102.678,27	115.927,08	130.003,94
Função 2:	-	-	-	-	-	-
Função 3:	-	-	-	-	-	-
Total	8.280,51	58.808,53	89.429,46	102.678,27	115.927,08	130.003,94
EqNum	5,00		A	B	C	D

Fonte: CERTI (2016).

A potência de cada conjunto, suas respectivas quantidades e a porcentagem de potência instalada que corresponde a cada pré-requisito encontram-se no relatório de inspeção, no Anexo A. Para finalizar a classificação do sistema de iluminação consideraram-se o atendimento aos três pré-requisitos deste sistema, mantendo a nota final A.

Engloba-se a edificação por inteiro para avaliação do sistema de condicionamento de ar. Há 4.501,11 m² de área condicionada e 174,4 m² de área de permanência prolongada ventilada naturalmente. O sistema contempla condicionadores não etiquetados e condicionadores tipo VRF, os equipamentos estão listados nas tabelas 13 e 14, do anexo C. A edificação não possui equipamentos de aquecimento de ar. Cada unidade evaporadora possui o seu termostato e atende apenas uma zona térmica, e essas evaporadoras possuem desligamento automático pelo cartão de acesso de cada quarto. Os sistemas de condicionamento de ar apresentados resultam em uma classificação de nível B.

O pré-requisito geral para circuitos elétricos não se aplica ao hotel, uma vez que o mesmo possui desligamento automático dos quartos, podendo obter nível A. Já para o pré-requisito de aquecimento de água, a edificação possui o sistema de aquecimento de água solar, com demanda de 40% e aquecedores a gás tipo instantâneo, com demanda de 60%, atendendo ao nível A.

A edificação obteve um ponto de bonificação, pois utiliza equipamentos economizadores de uso de água, como água de reuso nas bacias sanitárias e água pluvial para irrigação de jardins, além disso, utiliza sistema de aquecimento solar para aquecimento de água.

A classificação total do edifício é calculada através da área condicionada, área não condicionada, as classificações dos sistemas descritos acima e ao ponto de bonificação. Por meio de ponderação e o atendimento aos pré-requisitos gerais a classificação final do empreendimento é de nível A.

6.2 CERTIFICAÇÃO SBTOOL

A presente seção expõem o estudo para classificação sustentável SBTool voltada para eficiência energética, com o intuito de compará-lo com o relatório de inspeção oficial que resulta em uma nota sustentável para certificação PROCEL Edifica e observar se ambos, por meio de suas diferentes metodologias e aplicações, se aproximam na classificação final do empreendimento estudado.

Para o desenvolvimento desta classificação e o cálculo de seus parâmetros foram utilizados, além das informações referidas no relatório de inspeção realizado pela CERTI, também dados obtidos no memorial de acabamento e nos projetos da edificação estudada, os quais foram fornecidos pela GJP.

De forma a buscar os resultados para a classificação relacionada à eficiência energética estudam-se duas dimensões do desenvolvimento sustentável ambiental e social, sendo que ao final de cada categoria existe a agregação dos parâmetros selecionados. Por fim agregam-se as categorias e se determina a nota sustentável.

Assim como descrito no capítulo anterior foram selecionadas duas categorias do desempenho ambiental, energia e água, cujas considerações utilizadas para os cálculos e os resultados obtidos estão expostos a seguir.

O desempenho da categoria Energia foi alcançado através da verificação dos dois parâmetros, consumo de energia primária na fase de utilização e quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis. Os resultados obtidos para o primeiro parâmetro encontram-se na Tabela 6.3. Os valores referentes ao mínimo necessário para conquistar o desempenho A^+ (IEE_{refA^+}) e ao limite de consumo global específico dos edifícios de serviços (IEE_{ref}), no caso empreendimento turístico, foram encontrados nos anexos do RSECE. Também é válido ressaltar que o valor utilizado para IEE_{nom} pode não condizer com o valor correto, uma vez que não se possui o valor de energia consumida por m^2 em um ano, pois o empreendimento foi entregue a menos de um ano e não existe uma aferição, então como na classificação PROCEL Edifica obteve-se a classificação A, adota-se o valor mínimo de referência para essa categoria. Com isso, aplicou-se a fórmula 5.4 e resultou num valor de 1,0 que corresponde a classificação de desempenho A.

Tabela 6.3 – Indicadores de eficiência energética

Descrição	Valor	Unidade
IEE_{nom}	21,5	kgep/m ² .ano
IEE_{ref}	35	kgep/m ² .ano
IEE_{refA+}	21,5	kgep/m ² .ano

Para o segundo parâmetro só existe a contribuição anual dos coletores solares para a preparação de AQS, não existe contribuição de outras formas de energia renovável. A estimativa da contribuição dos coletores solares foi realizada considerando as características reais dos painéis instalados, fornecidas pelo fabricante (Tabela 6.4). A contribuição anual de um coletor é de 1.968 kWh/ano, como no empreendimento existem 60 coletores solares instalados, então, a contribuição do conjunto total é de 118.080 kWh/ano. Como existe apenas a contribuição do sistema de coletores solares para o AQS, divide-se o valor da contribuição total pela área útil (7.890 m²), o que estima a quantidade de energia produzida anualmente na edificação através de fontes renováveis (P_{ER}). Para o presente estudo de caso chegou-se a um valor de 14,96 kWh/m².ano.

Tabela 6.4 – Informações do painel solar: Solar Minas SM 201

Fabricante	Marca	Modelo	Pressão de Funcionamento		Área Externa do Coletor	Produção Média Mensal de Energia		Eficiência Energética Média	Material Superfície Absorvedora
						Por Coletor	Por m ²		
			(kPa)	(mca)	(m ²)	(kWh/mês)	(kWh/mês.m ²)	(%)	
Solar Minas	Solar Minas	SM 201	400	40,8	2,03	164	80,8	57,5	Alumínio

Fonte: Inmetro (2016).

Para o cálculo da energia despendida com sistemas convencionais de preparação de AQS (N_{AQS}) baseou-se na metodologia referida no Anexo VI do RCCTE, que através da Fórmula 6.1 encontra-se a prática convencional para a classificação.

$$N_{AQS} = \frac{Q_a}{\eta_a \times Ap} \quad (6.1)$$

Onde:

η_a - eficiência de conversão do sistema convencional de preparação de AQS (0,65 para esquentador a gás);

Q_a - energia útil despendida com sistemas convencionais de preparação de AQS.

A energia útil despendida com sistemas convencionais de preparação de AQS se dá pela Fórmula 6.2. Considerou-se o número de habitantes igual ao total de quartos mais um (163). Portanto o valor de Q_a é 124.552,78 kWh/ano e consequentemente o N_{AQS} é 24,29 kWh/m².ano.

$$Q_a = \frac{M_{AQS} \times 4187 \times \Delta T \times n_d}{3600000} \quad (6.2)$$

Onde:

M_{AQS} - consumo médio diário de referência de AQS (40 litros x nº de ocupantes);

ΔT - aumento de temperatura necessária para preparar as AQS (45°C);

n_d - número anual de dias de consumo de AQS (365, por se tratar de um edifício de serviços de utilização permanente).

Para a classificação final deste parâmetro utiliza-se a fórmula 5.4, aplicando a quantidade total de energia produzida pelos painéis solares, 50% da energia despendida com sistemas convencionais de preparação de AQS (12,145 kWh/m².ano), referente a prática convencional, e a melhor prática corresponde ao atendimento de 45% do consumo total de energia elétrica, o qual foi baseado no IEE_{nom} em kWh/m².ano (34,91), com esses três valores chegou-se ao resultado de 0,12 e consequentemente nível de eficiência C.

Para a classificação final da categoria Água foram avaliados dois parâmetros, contribuição dos consumos de água *per capita* e redução do consumo de água potável através de sistemas e recursos de aproveitamento de águas pluviais e cinzentas. Essa categoria está conectada à bonificação da certificação PROCEL Edifica, pois pontua edificações que possuam iniciativas que aumentem a eficiência do edifício, como racionalização do uso da água.

Para o primeiro parâmetro analisou-se cuidadosamente todos os dispositivos presentes na edificação através do memorial descritivo das instalações hidráulicas fornecido pela GJP Hotéis, como não foi especificado o chuveiro utilizado em projeto, admitiu-se a utilização do dispositivo convencional: chuveiro com fluxo máximo. Os cálculos auxiliares para este parâmetro encontram-se na Tabela 6.5, os quais resultam um P_{CA} de 25,64 m³/hab.ano, que aplicando a fórmula 5.4 com a melhor prática e a prática convencional chegou-se a um valor de 0,83 que corresponde a um desempenho A.

Tabela 6.5 - Volume anual de água consumida por habitante

Dispositivo de Utilização	Tipo de Dispositivo	Consumo por Utilização (Litros)	Proporção na Habitação	Nº Utilizações por Ano	Nº de Utilizações/dia.hab.	Vol. Anual de Água Consumida (m³/hab.ano)
Bacias de Retrete	Dupla Descarga 4/2 L	3	1	365	6	6,57
Torneiras	Com Arejador	0,5	1	365	10	1,83
Chuveiro	12 < fluxo < 15	67,5	1	365	0,7	17,25
PCA(m³/hab.ano)						25,64

O segundo parâmetro verifica a redução do consumo de água potável por meio do uso de sistemas de reutilização de águas pluviais e/ou cinzentas. Primeiramente calculou-se a melhor prática que corresponde a um cenário onde 100% do volume de água utilizado nas bacias sanitárias é procedente da reciclagem de águas da chuva, o que levando em consideração o parâmetro anterior resultou em um valor de 25,62%. Como não há reutilização de águas cinzentas não se calculou o volume médio de águas cinzentas reutilizadas anualmente na edificação (V_{AC}). Porém, como existe utilização de águas pluviais para rega e reuso nas bacias sanitárias, calculou-se o coeficiente de satisfação (C_{SAT}) do sistema de utilização de águas pluviais, através do programa *online* oferecido pelo Departamento de Tecnologia da Universidade de Warwick, o qual necessita de:

1. Área de drenagem (930,39 m²);
2. Volume total do tanque (12.000 Litros);
3. Precipitação média mensal em mm no local onde a edificação foi implementada (anexo A);
4. Consumo médio diário dos dispositivos relacionados ao sistema de utilização de águas pluviais (36 l/dia.quarto).

Através dos dados utilizados obteve-se um C_{SAT} igual a 100%. Em seguida calculou-se o volume de água que é satisfeito por meio do sistema de utilização de águas pluviais (V_{AP}) pela fórmula 6.3, resultando em 13,14 m³/ano. Aplicando a fórmula 5.2 e considerando dois ocupantes por quarto, obteve-se 25,62%. Portanto com os resultados obtidos e utilizando a fórmula 5.4 se alcançou a classificação A.

$$V_{AP} = V_{DA} + C_{SAT} \quad (6.3)$$

Onde:

V_{DA} - soma do consumo anual dos dispositivos internos e externos abastecidos pelo sistema de utilização de águas pluviais (13,14 m³/ano).

No que diz respeito ao desempenho social são avaliados apenas dois parâmetros, os quais podem ser comparados a certificação PROCEL Edifica. O primeiro a ser avaliado é o de potencial de ventilação. Para

tal foi realizado o *checklist* (Tabela 6.6). Primeiramente foi calculada a porcentagem de área habitável onde existe ventilação cruzada. Por se tratar de um hotel que possui poucos ambientes com aberturas para dois lados de fachadas e conta com a existência de um corredor central o qual dificulta a ventilação cruzada, chegou-se a uma porcentagem pequena de apenas 8,66%. A porcentagem de aberturas da edificação corresponde a 7,7%. Por falta de informações específicas a respeito dos caixilhos utilizados, adotou-se que todos os ambientes habitáveis estão de acordo com a taxa de renovação nominal mínima estabelecida pelo RCCTE, de 0,6 renovações por hora, o qual é considerado um pré-requisito para validação deste parâmetro.

Tabela 6.6 – Atendimento ao *checklist*

Critérios	Descrição	x	Créditos
1	Requisito Legal		
1.1	Em todos os espaços habitáveis do edifício ou fracção é cumprida a taxa de renovação nominal mínima de 0,6 renovações por hora prevista no RCCTE	x	Pré-requisito
2	Tipo de Ventilação Existente		
2.1	É utilizada ventilação mecânica no edifício ou fracção	x	0
3	Aspectos Relacionados com as Plantas de Arquitetura		
3.2	De acordo com a análise das plantas de arquitectura do edifício e tendo por base os aspectos enunciados anteriormente, a ventilação natural é eficaz em todos os espaços habitáveis e a percentagem de área habitável onde é possível a ventilação cruzada (PAh) é:		
3.2.1	Menor do que 25% da área habitável	x	10
4	Área de Aberturas para o Exterior		
4.1	O edifício ou fracção apresenta uma área de aberturas para o exterior (janelas, portas, grelhas de ventilação, etc.) que é:		
4.1.2	Igual ou superior a 5% e inferior a 10% da área útil de pavimento	x	10
5	Tipo de Caixilharias Utilizadas nos Vãos		
5.1	Todos os espaços habitáveis apresentam pelo menos um vão com grelha de ventilação incorporada na caixilharia ou uma janela ou porta oscilobatente.	x	20
PVN			40

Levando em consideração o *checklist* realizado, obteve-se um somatório para P_{VN} de 40 créditos. Normalizando com a Fórmula 5.4 obteve-se o valor de 0,33, que representa um desempenho na classe C.

O último parâmetro a ser avaliado é o “média do fator de luz do dia médio”, o qual classifica o uso de estratégias para iluminação natural, a fim de reduzir o consumo de energia na edificação para iluminação. Para encontrar o desempenho do parâmetro calculou-se o FLDM para cozinhas, salas e quartos (apêndice), identificados nas plantas da edificação, através do método desenvolvido por Littlefair. Este método utiliza a Fórmula 6.4 para o cálculo do FLDM de cada ambiente.

$$\overline{FLDM} = \frac{M.W.\theta.T}{A(1-R)^2} \quad (6.4)$$

Onde:

W – área total da área envidraçada das janelas;

A – área total de todas as superfícies do ambiente interno (teto, parede e piso);

R – média ponderada das refletâncias das superfícies interiores do compartimento, em função da área (como o ambiente interno é de cor clara e não foi fornecido valores exatos, adotou-se 0,5);

M – fator de correção que permite traduzir a sujidade do envidraçado (1,0 para vidros verticais que são facilmente limpos);

T – fator de transmissão da luz visível do vidro (considerado 0,7 para vidros duplos, conforme memorial de acabamentos);

θ – ângulo do céu visível (conforme anexo B).

Após o cálculo do FLDM para os ambientes estudados, encontrou-se um valor médio para os quartos, as salas e a cozinha, que são respectivamente 3,31%, 1,97% e 11,06%. Aplicando a Fórmula 5.4 para esses valores médios e seus respectivos valores de melhor prática e prática convencional resultou no valor normalizado dos compartimentos, logo se aplicou a Fórmula 5.3 e resultou em um valor de 2,16, o equivalente a classificação A^+ .

Realizadas as normalizações de todos os parâmetros, convertendo os valores para uma escala de zero a um, efetuou-se uma agregação dos diferentes parâmetros pertencentes a uma categoria em um único indicador, que demonstra um desempenho médio da edificação na respectiva categoria. Esses indicadores médios foram ponderados e resultaram em um indicador que expressa o desempenho para cada dimensão da sustentabilidade, e por fim somaram-se os valores das dimensões em um único valor global, o qual representa a nota sustentável A que foi concebida à edificação. A Tabela 6.7 demonstra a ponderação dos parâmetros até resultar na nota sustentável. Vale à pena ressaltar que as porcentagens de ponderação dos parâmetros e das categorias foram determinadas por estudos já realizados devido à importância de cada em relação à eficiência energética. Já o fator de ponderação das dimensões teve o valor atribuído para a dimensão econômica dividido entre as dimensões estudadas.

Tabela 6.7 - Obtenção da nota sustentável do GJP Linx-Prodigy

Dimensão	Categoria	Parâmetro	Valor Normalizado	Avaliação	Fator de Ponderação (%)	Valor Ponderado	Desempenho da Categoria	Fator de Ponderação Categoria (%)	Desempenho Dimensão	Fator de Ponderação Dimensão (%)	Valor Ponderado
Ambiental	Energia	P7	1	A	50	0,5	0,56	80	0,62624	55	0,344432
		P8	0,12	C	50	0,06					
	Água	P14	0,83	A	64	0,5312	0,8912	20			
		P15	1	A	36	0,36					
Social	Conforto e Saúde	P16	0,33	C	33	0,148	1,336	100	1,336	45	0,6012
		P19	2,16	A+	67	1,188					
Nota Sustentável											0,946
Classe de Desempenho Final											A

7 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Pode-se observar no estudo de caso que a certificação SBTOOL atingiu a mesma classificação que a certificação PROCEL Edifica, através da avaliação de seus sistemas e parâmetros. Tais resultados estão em consonância por abordarem a mesma edificação para a mesma finalidade, de eficiência energética. Dito isso, comprova-se que a certificação portuguesa SBTOOL desmembrada de seus parâmetros para sustentabilidade global, consegue avaliar adequadamente uma edificação em território brasileiro para o âmbito de construções energeticamente eficientes.

Nesta seção serão analisados os resultados obtidos na seção anterior. O propósito é identificar uma relação entre os benefícios proporcionados pelas duas certificações estudadas, e que as estratégias empregadas em ambas sejam um critério motivador para as organizações adotá-las. Também, por meio da análise dos resultados alcançados serão propostas simples melhorias em ambas as certificações, as quais foram estudadas no decorrer do presente trabalho, tendo em vista a excelência na eficiência energética e no desenvolvimento sustentável.

De acordo com os resultados obtidos no estudo, pode-se verificar se os parâmetros selecionados da certificação SBTool atendem as mesmas expectativas que a certificação PROCEL Edifica, no que diz respeito a eficiência energética na edificação durante seu ciclo de vida, e se as dificuldades empregadas no processo de obtenção da certificação valem a pena.

7.1 MELHORIAS

Através da aplicação do estudo de caso pode-se observar que os parâmetros selecionados da certificação SBTOOL, apesar de sua diferente metodologia, consegue alcançar uma classificação igual a certificação PROCEL Edifica. Independente do excelente resultado atingido pelas duas certificações, ao analisar todos os detalhes de seus sistemas e parâmetros, observou-se que alguns itens necessitam de atenção especial. A seguir serão expostas algumas medidas que podem ser adotadas para melhorar o desempenho da eficiência energética do GJP Linx-Prodigy e de outras edificações futuras e reabilitação de edifícios já existentes, com base nos estudos realizados durante este trabalho.

Em relação à PROCEL Edifica nota-se que a envoltória pode melhorar seu desempenho energético levando em consideração os critérios do RTQ-C. Para atingir o nível A é necessário diminuir a

transmitância térmica das paredes externas de $1,73 \text{ W/m}^2\text{K}$ para um valor inferior a $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Para isso deve-se utilizar elementos que contribuem para o aumento da resistência térmica das paredes, pode-se encontrar valores de transmitância térmica para alguns tipos de paredes externas no anexo da portaria INMETRO nº 50/ 2013. Como exemplo poderia ser utilizado o sistema expresso na Figura 7.1 que possui uma transmitância de $0,98 \text{ W/m}^2\text{K}$, ao invés de alvenaria com tijolos cerâmicos de seis furos de 21 cm que foram utilizados na construção da edificação. Deve-se sempre buscar as soluções mais eficientes.

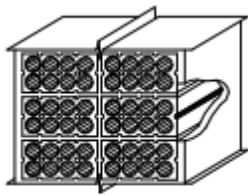
	Parede dupla de tijolos de 8 furos circulares, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x20,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 46,0 cm	0,98
---	--	------

Figura 7.1 – Transmitância térmica para paredes externas

Fonte: NBR 15220 (2003).

Também pode-se alterar a composição do revestimento das paredes externas buscando uma absorptância solar inferior a 0,5, que pode ser conseguida pela troca das cores mais escuras dos materiais (textura escura, painel de vedação cinza escuro e painel de vedação verde) por cores mais claras, como branco e bege.

Ainda para envoltória da edificação deve-se melhorar a eficiência da cobertura, uma sugestão são as coberturas ajardinadas, pois minimizam o reflexo e os efeitos de ilha térmica, também melhoram a permeabilidade da superfície, o que facilita o escoamento de águas pluviais. Portanto a vegetação auxiliaria na diminuição da absorptância solar e transmitância térmica da cobertura, possibilitando uma melhor classificação.

No que diz respeito a certificação SBTOOL nota-se que o parâmetro referente a quantidade de energia produzida por meio de fontes renováveis necessita de melhorias, pois não teve uma boa avaliação. Apesar de conter um número significativo de coletores solares, o aquecimento de água exigido pela edificação, considerando um grande número de ocupantes, é maior do que os coletores podem colaborar. Fez-se uma simulação, visando atender a classificação de nível A, utilizando o mesmo coletor instalado na cobertura, seriam necessários 134 painéis. Resultando em uma colaboração total de 263.210,4 kWh/ano através de todo o sistema, o que nos daria um valor ponderado de 1,0. Ou caso seja inviável a instalação deste total de coletores, pode-se trocar o fornecedor buscando uma contribuição de aproximadamente 4.390,00 kWh/ano por coletor.

Outro parâmetro da certificação SBTOOL que precisa de atenção é o da ventilação natural. A edificação até que possui boa fração do edifício com abertura para o exterior, porém para melhorar a classificação essa fração deve ser de no mínimo 10%. O ponto mais negativo neste parâmetro é de porcentagem de área habitável onde é possível a ventilação cruzada, pois é inferior a 25%. Isso deve ser corrigido na fase de projeto, no momento de locação dos quartos do hotel, buscando aberturas em dois lados da fachada.

7.2 DIFICULDADES E BENEFÍCIOS

Implantar certificações sustentáveis não é uma tarefa fácil. Alguns consumidores associam sustentabilidade a produtos rústicos e de baixa qualidade e outros acreditam que altos preços estão conectados a produtos sustentáveis. Muitas vezes nem se sabe os fatores que os tornam verdes.

No Brasil ainda é pequena a porcentagem de empresas que investem e desenvolvem ações sustentáveis. Existem barreiras no setor da construção civil que prejudicam e retardam o desenvolvimento sustentável. Talvez a maior delas seja o maior custo inicial em um projeto sustentável, se comparado a um projeto convencional. Não é um fato, porém devido ao rigor que se deve aplicar em tais construções e a utilização de soluções que melhoram a sustentabilidade das edificações, tem-se um custo inicial dos projetos sustentáveis mais caro. Entretanto, avaliar apenas o custo inicial é uma decisão equivocada, uma vez que estes custos iniciais podem ser recompensados, por exemplo, com economia de água e energia elétrica, resultando em menores custos de utilização. Edificações certificadas possuem um diferencial competitivo no mercado, já que atendem princípios nacionais e internacionais. Isso motiva consumidores a adquirirem edificações que não agredem o meio ambiente, mesmo que por um preço mais elevado e com retorno de médio e longo prazo. Os benefícios da construção sustentável são visíveis em longo prazo, com menores custos de manutenção e maior durabilidade da construção e um preço de revenda mais elevado.

Outro fator que causa dificuldade na implantação de certificações sustentáveis nas edificações é o pequeno grau de investigação e desenvolvimento no setor, gerando atraso na adoção de políticas de sustentabilidade na construção civil. O baixo nível de industrialização do setor está conectada a outro problema enfrentado no processo de certificação, que é a falta de profissionais capacitados, a maioria possui conhecimento apenas a respeito das tecnologias convencionais. Desde profissionais qualificados que façam simulações de desempenho das edificações, passando por arquitetos e engenheiros que estão ofuscados por cursos clássicos que orientam para construções convencionais, como estrutura de concreto e alvenaria de blocos e tijolos, até a mão-de-obra operacional (pedreiro, carpinteiro, armador etc). A falta do preparo da mão-de-obra não pode ser considerada um empecilho, uma vez que pode-se investir em treinamentos que capacitem os colaboradores, não deixando a empresa limitada aos profissionais que dominam as técnicas sustentáveis.

Para existir uma revolução no setor em função da eficiência energética é crucial a presença de políticas governamentais, fundamentadas em normas, manuais e taxas. No Brasil existem algumas, como a Lei 10.295/2001 que aplica a conservação e o uso racional de energia e o Decreto 4059 que disponibiliza níveis máximos de consumo e mínimos de eficiência. Porém, levando em consideração a eficiência energética como redução da energia essencial para atender a demanda da sociedade, e a utilização de energia elétrica como insumo fundamental para o setor da construção, é substancial preços razoáveis para o crescimento de produção e desenvolvimento da economia, o que não se vê na construção civil brasileira que possui elevada oneração da energia elétrica com alta tarifa, criando competitividade entre a indústria nacional com outros países. Portanto, deve existir mais ações governamentais que incentivem as construções sustentáveis, principalmente no que se refere as altas taxas impostas, o que pode angariar novos investidores no país.

Ao analisar o estudo de caso é evidente que o emprego das estratégias e tecnologias mais eficientes resultam em uma melhor classificação final. Ao investir em certificações sustentáveis, neste caso para eficiência energética das edificações, destaca-se como benefício o retorno com a economia principalmente de energia elétrica e de água. Além de melhorar a imagem da empresa frente aos seus clientes, possibilitando novos mercados.

8 CONCLUSÃO

8.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação teve como principal objetivo avaliar a eficiência energética do edifício em estudo, por meio da aplicação da certificação SBTOOL tendo como referência a PROCEL Edifica, as quais atribuem técnicas e materiais adequados, de acordo com seus parâmetros e sistemas. Baseado neste objetivo seguem as principais conclusões alcançadas.

Primeiramente neste trabalho realizou-se um estudo bibliográfico dos conceitos a seguir visando o desenvolvimento sustentável, no atual panorama energético brasileiro, que vem sendo requisitado devido ao desenfreado crescimento populacional associado ao setor da construção civil, que é considerado o menos sustentável. Verificou-se a magnitude da aplicação de técnicas de construção ativas e principalmente as passivas que aumentam a efetividade da eficiência energética, reduzem o impacto ambiental gerado por uma edificação e podem agregar valor ao conforto térmico e qualidade do ar interior. Notou-se uma grande importância a envoltória e a disposição das edificações em relação ao clima e posicionamento, buscando aproveitar ao máximo a radiação solar e a ventilação natural. As técnicas, se utilizadas eficientemente, podem auxiliar na redução do consumo energético com climatização artificial interior. A fase de utilização do edifício tem total dependência da maneira como foi construído, portanto é de suma importância a adoção de fontes renováveis de energia, como os coletores solares empregados no estudo de caso, leva à melhoria da eficiência energética, redução de danos ambientais e redução no custo de utilização.

Ainda por meio da revisão bibliográfica, pode-se perceber que num mundo cada vez mais globalizado e em busca por novas técnicas e tecnologias, surgem discussões focadas na sustentabilidade, fornecendo para a população informações que demonstram a viabilidade de construções sustentáveis. Isso atraiu atenção as certificações sustentáveis, as quais seguem normas técnicas que asseguram as características sustentáveis as edificações, o que potencializa sua aceitação e adoção por grandes empresas. A aplicação das certificações também se torna um diferencial competitivo no mercado para manter ou engajar novos clientes. A implantação da cultura sustentável é algo que será visto com grande frequência em um futuro próximo. A falta de profissionais capacitados e os altos custos empregados nas

técnicas para eficiência energética são grandes barreiras ao desenvolvimento sustentável, as quais costumam ser vencidas por quem possui capital para esperar um retorno em longo prazo.

O final do presente trabalho analisou a viabilidade da seleção de determinados parâmetro da certificação SBTOOL para a avaliação sustentável da eficiência energética do Hotel GJP Linx-Prodigy, em Confins, tendo como base o relatório de inspeção para certificação PROCEL Edifica. Com a realização deste trabalho foi possível concluir que certificações globais, como o SBTOOL, que avaliam a sustentabilidade em um todo são de grande importância, pois podem ser enquadradas em diversos âmbitos e em diferentes locais. Apesar das diferentes metodologias aplicadas a essas duas certificações, pode-se perceber que ao selecionar os parâmetros adequados, a situação em estudo obteve uma classificação semelhante a oficial do relatório de inspeção, comprovando a eficácia do sistema em seu todo.

A aplicação da certificação SBTOOL é de grande valor, uma vez que pode-se agregar as suas três dimensões para classificar a nota sustentável, ou selecionar a situação a qual deseja-se avaliar e atribuir os parâmetros necessários buscando a nota final para tal finalidade. A ponderação dos parâmetros através da melhor prática e da prática convencional mostra o quão completa essa certificação é, já que não se baseia apenas em pré-requisitos, mas sim nas situações reais nacionais.

8.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Considerando que todos os objetivos do trabalho foram alcançados, não se pode considerar que o estudo terminou, pois a construção energeticamente eficiente e aplicação de certificações sustentáveis possuem grande caminho futuro.

Em países como Portugal e Brasil, ainda há muito que abordar no domínio do desenvolvimento sustentável, deve-se demonstrar a influência no potencial de vendas para edificações com certificações sustentáveis. E sensibilizar a população para os benefícios que essas soluções trazem para sua qualidade de vida e das gerações futuras, minimizando os impactos ambientais. Para a alavancagem da eficiência energética nesses países é fundamental a existência de instrumentos, como as metodologias de avaliação, que permitam confirmar a eficiência energética em uma edificação. O trabalho realizado foi um início para harmonização da certificação SBTOOL com a eficiência energética brasileira.

Em resumo, espera-se que as conclusões exibidas, a metodologia de avaliação da eficiência energética juntamente com os resultados obtidos contribuam para implementar uma certificação internacional aos moldes brasileiros, no âmbito já especificado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, André Neves do. **Estudo da viabilidade econômica da instalação de sistemas de colectores solares fotovoltaicos em edifícios residenciais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011.

ANDRADE, Joana Bonifácio. **Avaliação da sustentabilidade do Edifício Solar XXI utilizando a metodologia SBTool**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade do Porto, Porto, 2009.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Energia solar**. Brasília, 2007. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>. Acesso em: 5 ago. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITORES DE ARQUITETURA (AsBEA). **Guia de sustentabilidade na arquitetura**: diretrizes de escopo para projetistas e contratantes. São Paulo: Prata Design, 2012.

AVILÉS, Ivan P. Lobos. **Avaliação de smelter de alumínio auto-suficiente em geração de energia elétrica pela metodologia de opções reais**. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

BAPTISTA, Thuanne Figueiredo. **Impacto no sistema de energia pela troca das lâmpadas tradicionais por lâmpadas LED**. Dissertação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em:

<<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10016335.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2016.

BARROSO-KRAUSE, Cláudia; LOMARDO, Louise Land B.; MAIOR, Frederico Souto. **Eficiência energética em habitações de interesse social**. Brasil, Ministério de Minas e Energia (MME), 2005.

BRAGANÇA, Luís; MATEUS, Ricardo. **Avaliação da sustentabilidade da construção**: desenvolvimento de uma metodologia para a avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas. Minho, 2004. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1822/7333> >. Acesso em: 25 abr. 2016.

Bragança, Luís; Mateus, Ricardo. Guia de Avaliação SBToolPT-H. Guimarães: iiSBE, 2009.

BRASIL. Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações (CB3e). **Manual para aplicação do RTQ-C: comercial, de serviço e público**. 2013. Versão 2, 202 p. Disponível em:<http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/manualv02_1.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2016.

BRASIL. Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações (CB3e). **Diretrizes para obtenção de classificação nível A para edificações comerciais, de serviços e públicas**. 2014. 47 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas**. 2013. 93 p. Disponível em: <http://pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Port372-2010_RTQ_Def_Edificacoes-C_rev01.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2016.

BURKE, Bill; KEELER, Marian. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Tradução técnica: Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2010.

CALDEIRA, Norma do Nascimento B. **A concepção arquitetônica para a eficiência energética de edificações**: o caso da etiqueta no Brasil. Dissertação (Doutorado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

Disponível em: < http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_d/NormaDoNascimentoBatistaCaldeira.pdf>. Acesso em: 31 mai 2016.

CAMPOS, Maria Helena A. Carrasco. **A construtibilidade em projectos de edifícios para o ensino superior público em Portugal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Minho, Minho, 2002.

CÂNDIDO, Christhina. **Ventilação natural e conforto térmico em climas quentes**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006. Disponível em:

<http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/relatorios_pesquisa/Topicos%20Avan%C3%A7ados%20em%20Conforto%20T%C3%A9rmico%20-%20Christina.pdf>. Acesso em: 04 set. 2016.

CORTEZ, Ana Tereza; ORTIGOZA, Silvia Aparecida. **Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano**. São Paulo: Cultura acadêmica, 2009. Disponível em: < http://bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br/services/e-books/Da_producao_ao_consumo-NOVA%20P4.pdf >. Acesso em: 8 dez. 2015.

DIAS, Deivid dos Santos; SILVA, Pedro F. Gonçalves da. **Estudo de viabilidade da aplicação do programa PROCEL Edifica em edifícios comerciais já existentes: estudo de caso em um edifício comercial de Curitiba**. Dissertação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Paraná, 2010. Disponível em: <<http://www.cricte2004.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/152.pdf>>. Acesso em: 22 mai. 2016.

Eletrobras/PROCEL. **Manual para etiquetagem de edificações públicas: gestor público**. 2014. Disponível em:

<http://www.comprasgovernamentais.gov.br/arquivos/sustentabilidade/manual_etiquet_edific_publicas_20141010.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2016.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço energético nacional 2015 – ano base 2014: relatório síntese**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em:

<https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2015_Web.pdf>. Acesso em: 9 mai. 2016.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. 8. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2013.

FUENTES, Manuel; THOMAS, Stephanie; ROAF, Sue. **Ecohouse**: a casa ambientalmente sustentável. 2. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2006.

GANHÃO, António M. Ganço Dias. **Construção sustentável**: propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Nova de Lisboa, 2011.

GARROCHO, Juliana Saiter. **Luz natural e projeto de arquitetura**: estratégias para iluminação zenital em centros de compras. 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, 2005. Disponível em:

<<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/Id/Arquitetural/Pesquisa/luz%20natural%20e%20projeto.pdf>>.

Acesso em: 18 set. 2016.

GAUZIN-MÜLLER, Dominique. **Arquitetura ecológica**. São Paulo: Editora Senac, 2011.

GOUVEIA, Lucas Pulcinelli; SANTOS, Murilo Ribeiro dos. **Desempenho energético de edificações**: certificação PROCEL Edifica. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo-SP.

LAMBERTS, Roberto; TRIANA, Andrea; FOSSATI, Michele; BATISTA, Juliana. **Sustentabilidade nas edificações**: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área. LabEEE, 2010. Disponível em:

<http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/documents/sustentabilidade_nas_edificacoes_contexto_internacional_e_alguas_referencias_brasileiras_na_areasustentabilidade_nas_edificacoes_contexto_internacional_e_alguas_referencias_brasileiras_na_area.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2016.

LEITE, Carlos. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes**: desenvolvimento sustentável num planeta urbano. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MARAGNO, Gogliardo Vieira. **Eficiência e forma do brise-soleil na arquitetura de Campo Grande – MS.** Dissertação (Pós - graduação em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1699/000355447.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 30 set. 2016.

NOGUEIRA, Solange. **40 Perguntas - Certificações. Revista Técnica**, edição 162, set. 2010. Disponível em:

<<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/162/artigo185685-1.asp>>. Acesso em 17 abr. 2016.

NUNES, Gomes; MARIA, Lucília. **Eficiência energética de edifícios:** contributo dos PCMs e parede trombe. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Aveiro, Portugal, 2011. Disponível em: <<http://ria.ua.pt/bitstream/10773/8674/1/6132.pdf>>. Acessado em: 31 mai. 2016.

OMS – Organização Mundial de Saúde. Disponível em:

< <http://www.who.int/eportuguese/publications/pt/>>. Acesso em: 14 out. 2015.

PBE Edifica – Programa Brasileiro de Etiquetagem Edificações. Disponível em:

< <http://www.pbeedifica.com.br>>. Acesso em: 11 mai. 2016.

PROCEL EDIFICA. **Iluminação natural e artificial.** Rio de Janeiro, 2011.

PROCEL EDIFICA. **Manual de ventilação natural em edificações.** Rio de Janeiro, 2010.

PINHEIRO, Manuel Duarte. **Ambiente e construção sustentável.** Portugal, Amadora: Instituto do Ambiente, 2006.

PLANETA SUSTENTÁVEL. **Lâmpadas econômicas no gasto de energia e sua conta de luz.** Revista Técnica, set. 2010. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/energia/lampadas-economicas-gasto-energia-sua-conta-luz-597380.shtml>>. Acesso em: 20 out. 2015.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PORTUGAL. Direcção Geral do Ambiente. **Proposta para um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável**. 2000. 224 p.

PROCEL – Programa Brasileiro de Conservação de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp>>. Acesso em: 8 mai. 2016.

REBELO, Catarina F. Sotto-Mayor. **Aplicabilidade de soluções sustentáveis na reabilitação**: moradia no bairro econômico do Rastelo. Dissertação (Mestrado em Arquitectura) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011

REBOCHO, Nuno. **A importância da orientação solar na construção de uma moradia**. Portugal, 2015. Disponível em: <<http://www.casema.pt/a-importancia-da-orientacao-solar-na-construcao-de-uma-moradia/#cab-author>>. Acesso em: 12 set. 2016.

REIS, Ademir; TRES, Deysi Regina; SCHLINDWEIN, Sandro Luis. **A construção de cenários da relação homem-natureza sob a perspectiva sistêmica para o estudo da paisagem em fazendas produtoras de madeira no planalto norte catarinense**. Florianópolis, 2011, p. 151-173.

Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v14n1/a09v14n1.pdf> >. Acesso em: 3 nov. 2015.

REIS, Lineu B. dos; ROMÉRO, Marcelo de A. **Eficiência energética em edifícios**. São Paulo: Manole, 2012.

RIO DE JANEIRO. Governo Federal. **Rio+20 – Conferência das Nações Unidas sobre o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro, 2012.

SECOVI. **Mercado imobiliário na cidade de São Paulo**. Mar. 2016. Disponível em:

< <http://www.secovi.com.br/pesquisa-mensal-do-mercado-imobiliario/>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

SCHMID, Aloísio Leoni. **A idéia de conforto**: reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.

TÉRIO, Patrícia Rina. **A evolução da engenharia civil no Brasil, nos últimos 100 anos, na construção e restauração de edificações históricas: o caso da estação da luz.** 2007. 43 f. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://engenharia.anhembi.br/tcc-07/civil-31.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

TOLEDO, Beatriz Guimarães. Integração de iluminação natural e artificial: métodos e guia prático para projeto luminotécnico. 2008. Dissertação (Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em:

<<http://www.ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/Artigos/Integra%C3%A7%C3%A3o%20de%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20Natural%20e%20Artificial%20-%20M%C3%A9todos%20e%20Guia%20Pr%C3%A1tico%20Para%20Projeto%20Luminot%C3%A9cnico.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2016.

TORGAL, Fernando Pacheco; JALALI, Said. **Construção Sustentável. O caso dos materiais de construção.** 2007. Trabalho apresentado ao 3º Congresso Construção de Portugal, Coimbra, 2007.

ÜRGE-VORSATZ, Diana; KOEPEL, Sonja. **Avaliação de políticas públicas para redução da emissão de gases de efeito estufa em edificações.** Relatório PNUMA – iniciativa para edificações e construções sustentáveis. Universidade da Europa Central, Budapeste, out. 2007. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/userfiles/comitestematicos/outrosem sustentabilidade/UNEP_capa-miolo-rev.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2015.

WENZEL, Karine. **Telhado verde é alternativa para melhorar o isolamento térmico e proporcionar visual diferenciado.** Diário Catarinense, Santa Catarina, 29 set. 2013.

Disponível em: <<http://dc.clicrbs.com.br/sc/noticias/noticia/2013/09/telhado-verde-e-alternativa-para-melhorar-o-isolamento-termico-e-proporcionar-visual-diferenciado-4283413.html>>. Acesso em: 1 out. 2016.

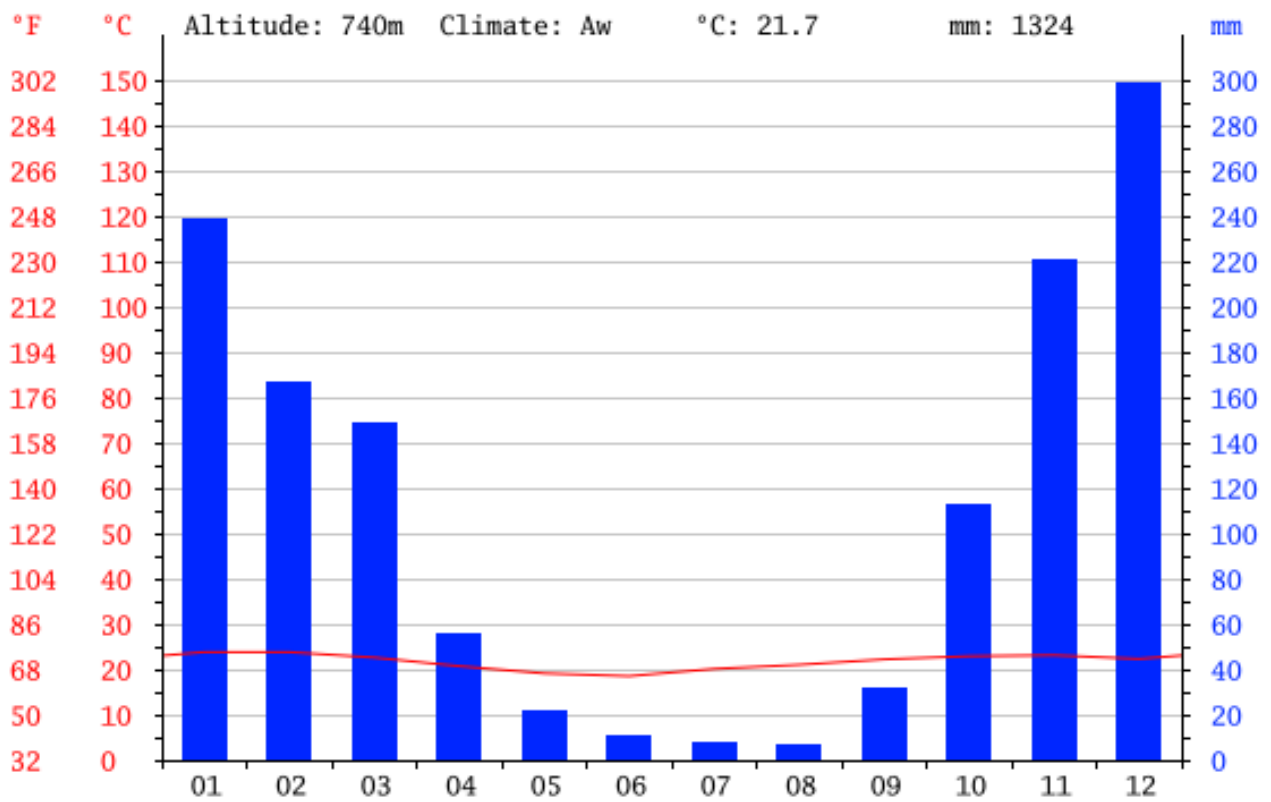
ZECHMEISTER, Dóris et al. **Elementos de arquitetura de climatização natural: método projetual buscando a eficiência energética nas edificações.** Porto Alegre: Masquatro, 2006.

APÊNDICE – AUXÍLIO PARA O PARÂMETRO “MÉDIA DO FATOR DE LUZ DO DIA MÉDIO”

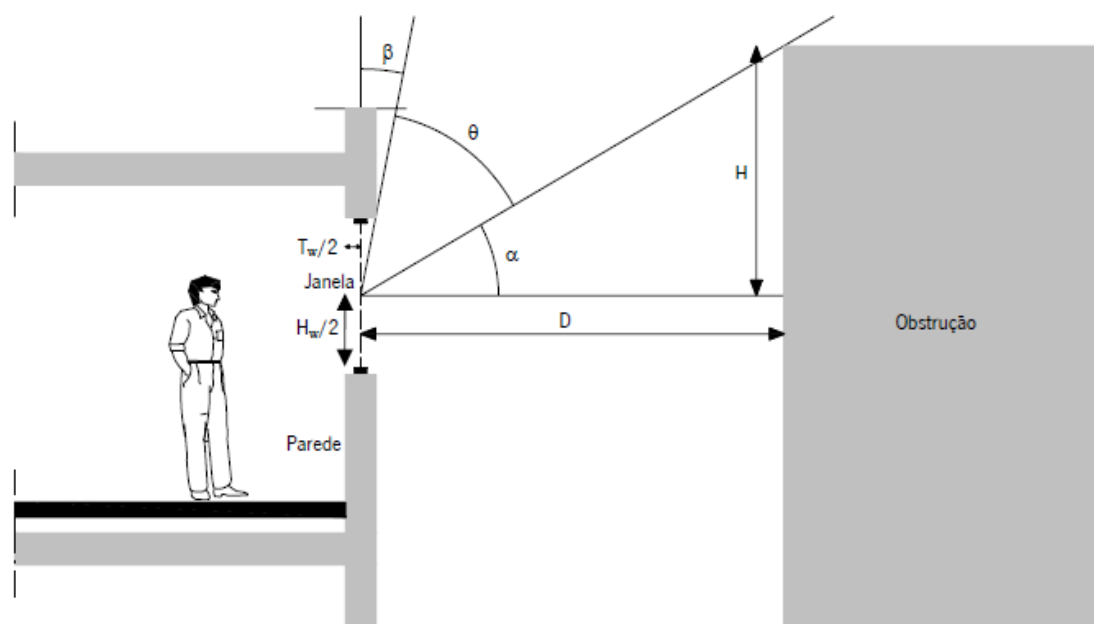
Pavimento	Ambiente	Janela	W	A	R	M	T	Hw	Tw	D	H	tgβ	tga	β	α	Θ	FLDM
Térreo	Cozinha	1	3,196	47,28	0,5	1	0,7	1,36	0,2	35	15	0,147	0,429	8,36	23,22	58,42	11,057
	Descanso Funcionários	2 (2x)	3,15	89,5	0,5	1	0,7	2,1	0,23	50	7	0,110	0,140	6,28	7,97	75,75	7,465
2º Pavimento	Refeitório	3 (4x)	5,94	150,01	0,5	1	0,7	1,98	0,23	50	5	0,116	0,100	6,62	5,71	77,67	8,611
	Restaurante	3 (18x)	26,73	676,37	0,5	1	0,7	1,98	0,23	50	5	0,116	0,100	6,62	5,71	77,67	8,595
3º ao 7º Pavimento	Quarto 301	4 (2x)	2,6488	87,96	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,672
	Quarto 302	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 303	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 304	4 (2x)	2,6488	87,96	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,672
	Quarto 305	4 (2x)	2,6488	96,97	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,052
	Quarto 306	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 307	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 308	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 309	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 310	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 311	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 312	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 313	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 314	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 315	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 316	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 317	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 318	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 319	4 (2x)	2,6488	96,97	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,052
	Quarto 320	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 321	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 322	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 323	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 324	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 325	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 326	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
	Quarto 327	4 (2x)	2,6488	84,14	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,975
8º Pavimento	Quarto 801	4 (2x)	2,6488	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	5,476
	Quarto 802	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 803	4 (4x)	5,2976	156,68	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,491
	Quarto 804	4 (4x)	5,2976	156,68	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,491
	Quarto 805	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 806	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 807	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 808	4 (3x)	3,9732	94,11	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	9,354
	Quarto 809	4 (3x)	3,9732	94,11	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	9,354
	Quarto 810	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 811	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 812	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 813	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 814	4 (3x)	3,9732	94,11	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	9,354
	Quarto 815	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 816	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 817	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 818	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 819	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 820	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 821	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 822	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 823	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 824	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 825	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 826	4 (3x)	3,9732	107,18	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	8,213
	Quarto 827	4 (3x)	3,9732	94,11	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	9,354

9º Pavimento	Quarto 901	4 (2x)	2,6488	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	4,714
	Quarto 902	4 (3x)	3,9732	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,071
	Quarto 903	4 (4x)	5,2976	179,1	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,554
	Quarto 904	4 (4x)	5,2976	179,1	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,554
	Quarto 905	4 (3x)	3,9732	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,071
	Quarto 906	4 (3x)	3,9732	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,071
	Quarto 907	4 (3x)	3,9732	110,6	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,959
	Quarto 908	4 (3x)	3,9732	110,6	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,959
	Quarto 909	4 (3x)	3,9732	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,071
	Quarto 910	4 (3x)	3,9732	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,071
	Quarto 911	4 (3x)	3,9732	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,071
	Quarto 912	4 (3x)	3,9732	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,071
	Quarto 913	4 (3x)	3,9732	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,071
	Quarto 914	4 (3x)	3,9732	110,6	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,959
	Quarto 915	4 (3x)	3,9732	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,071
	Quarto 916	4 (3x)	3,9732	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,071
	Quarto 917	4 (3x)	3,9732	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,071
	Quarto 918	4 (3x)	3,9732	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,071
	Quarto 919	4 (3x)	3,9732	124,5	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,071
	Quarto 920	4 (3x)	3,9732	110,6	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,959
10º Pavimento	Sala de Reunião 1	4 (4x)	5,2976	158,34	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,413
	Sala de Reunião 2	4 (4x)	5,2976	158,34	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,413
	Sala de Reunião 3	4 (2x)	2,6488	96,8	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	6,063
	Sala de Reunião 4	4 (3x)	3,9732	118,71	0,5	1	0,7	1,72	0,33	50	0	0,192	0,000	10,87	0	79,13	7,416

ANEXO A – PRECIPITAÇÃO ANUAL DE CONFINS



ANEXO B – ÂNGULO DO CÉU VISÍVEL



As relações matemáticas que permitem determinar os diversos ângulos ilustrados são:

$$\theta = 90 - \alpha - \beta$$

$$\tan \alpha = \frac{H}{D}$$

$$\tan \beta = \frac{T_w}{H_w}$$

ANEXO C – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO

Relatório de Inspeção

nº 0342/16

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 1 de 26

HOTEL GJP LINX-PRODIGY



1 SOLICITANTE: GJP ADMINISTRADORA DE HOTÉIS LTDA

Razão social: GJP Administradora de Hotéis LTDA

CNPJ/CPF: 07.687.928/0020-06

Endereço: Rod. LMG 8002 km 7,9, S/N. Aeroporto Int. Tancredo Neves

Cidade/UF: Confins / MG

CEP: 33500-900

2 EDIFÍCIO: HOTEL GJP LINX-PRODIGY

2.1 DADOS DA EDIFICAÇÃO

Endereço: Rod. LMG 800 km 7,9, S/N. Aeroporto Int. Tancredo Neves

Cidade/UF: Confins / MG

CEP: 33500-900

2.2 DADOS DA INSPEÇÃO DE EDIFÍCIO CONSTRUÍDO

Data da solicitação da etiquetagem: 13/11/2015

Data do início da inspeção: 03/12/2015

Data da Inspeção em campo: 8 e 9/12/2015

Data da ENCE de Projeto: -

OIA responsável: Fundação CERTI – OIA001

3 DADOS DAS ÁREAS AVALIADAS

ENCE Geral: Edificação Completa

Envoltória: Edificação Completa

Sistema de Iluminação: Edificação Completa

Sistema de Condicionamento de Ar: Edificação Completa. Sistema implantado: Condicionadores de ar não regulamentados e sistema VRF.

O Organismo de Inspeção de Eficiência Energética em Edificações da Fundação CERTI é acreditado pela Cgcre do Inmetro para realizar inspeções da etapa de Projeto e do Edifício Construído.

Este relatório foi emitido em formato digital. Seja eficiente, pense antes de imprimir!

O nível de eficiência da edificação pode ser confirmado no sítio do Inmetro (<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>)

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

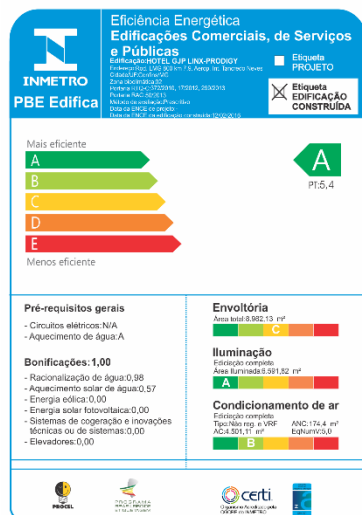
nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 2 de 26

4 RESUMO EXECUTIVO DA INSPEÇÃO DA ED. CONSTRUÍDA



A edificação HOTEL GJP LINX-PRODIGY foi avaliada para a etapa de Edificação Construída com inspeção pelo método Prescritivo. Nesta etapa a edificação é avaliada de acordo com parâmetros definidos pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE-Edifica).

Na avaliação pelo método prescritivo o nível de eficiência da edificação é determinado a partir dos limites estabelecidos nos regulamentos para cada sistema, além de atender os pré-requisitos para o nível atingido. O nível final é determinado a partir da classificação dos três sistemas.

A inspeção foi realizada para emissão da ENCE Geral, com avaliação dos sistemas: envoltória, iluminação, condicionamento de ar, aquecimento de água e bonificação de uso racional de água.

Abaixo estão descritos os resultados da inspeção de forma resumida, o Capítulo 8 traz o detalhamento da inspeção.

4.1 ENVOLTÓRIA – NÍVEL C

A edificação avaliada é composta por uma torre de 11 pavimentos, com área de 8.982,13 m², está localizada na cidade de Confins, de Zona Bioclimática 02, possui aberturas voltadas para três orientações solares (norte, sul e leste) e sem proteções solar. A partir do cálculo do índice de consumo a envoltória da edificação pode obter nível A, desde que atenda também os pré-requisitos para este nível.

4.1.1 Pré-requisitos da Envoltória:

4.1.1.1 Aberturas zenitais – Atende nível A

A edificação não possui aberturas zenitais, portanto atende ao pré-requisito.

4.1.1.2 Transmitância Térmica

a. Transmitância térmica da cobertura – Atende nível C

A edificação possui transmitância térmica da cobertura das áreas condicionadas igual a 0,56 W/m²K, das áreas não condicionadas igual a 1,78 W/m²K, resultando em uma transmitância média da cobertura de 0,98 W/m²K. A partir destes dados a edificação pode obter no máximo nível C.

b. Transmitância térmica da parede - Atende nível B

A edificação possui transmitância térmica das paredes igual a 1,73 W/m²K, atendendo assim ao pré-requisito para nível B.

c. Sugestões de melhoria - transmitância térmica:

- Diminuir a transmitância térmica das coberturas voltadas para o exterior.

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 3 de 26

4.1.1.3 Absortância Solar

a. Absortância solar da cobertura - Atende nível C

A edificação possui absortância solar média da cobertura maior que 0,5. Desta forma, a edificação não atende a este pré-requisito e pode obter no máximo nível C.

b. Absortância solar da parede - Atende nível B

A edificação possui absortância solar média das paredes maior que 0,5. Desta forma, a edificação não atende a este pré-requisito e pode obter no máximo nível B.

c. Sugestões de melhoria – Absortância solar:

- Diminuir a absortâncias das parede e coberturas voltadas para o exterior.

4.2 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO – NÍVEL A

A avaliação do sistema de iluminação engloba a edificação completa e foi avaliado pelo Método da área. Neste método, a edificação é avaliada através da comparação da potência instalada no sistema de iluminação, com o limite estabelecido para a função da edificação. A partir da comparação entre a potência instalada e a potência limite o sistema de iluminação obteve nível A.

Não conformidades e ações corretivas:

- Durante a inspeção em campo verificou-se que alguns ambientes não estavam com o sistema de iluminação instalado (alguns quartos e restaurante);
- O solicitante enviou fotografias comprovando a instalação do restante das luminárias, assim como documento fiscal de compra das luminárias/mobiliários do restaurante.

4.2.1 Pré-requisitos do Sistema de Iluminação:

O sistema de iluminação possui três pré-requisitos, descritos abaixo, que são avaliados por ambiente:

- Divisão de circuitos:** Cada ambiente fechado deve possuir pelo menos um dispositivo de controle manual para o acionamento independente da iluminação interna do ambiente. Ambientes com área superior a 250 m² devem possuir dispositivos de controle independentes para:
 - Área de até 250 m² para ambientes com área entre 250 m² e
 - Área de até 1000 m² para ambientes maiores que 1000 m².
- Contribuição da luz natural:** ambientes com aberturas voltadas para o exterior ou para átrio não coberto ou de cobertura translúcida devem possuir um controle instalado para o acionamento independente da fileira de luminárias mais próxima à abertura.
- Desligamento automático:** ambientes maiores que 250 m² devem possuir um dispositivo de controle automático para desligamento da iluminação.

Relatório de Inspeção**Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos****nº 0342/16**

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 4 de 26

4.2.1.1 Pré-requisitos para nível A:

Para obter nível A é necessário que o ambiente atenda os três pré-requisitos. Dos ambientes avaliados na edificação, 492 atendem nível A, correspondendo a 84,2% da potência instalada.

4.2.1.2 Pré-requisitos para nível B:

Para obter nível B é necessário que o ambiente atenda aos pré-requisitos de divisão de circuitos e contribuição de luz natural. Dos ambientes restantes, nenhum atende apenas nível B.

4.2.1.3 Pré-requisitos para nível C:

Para obter nível C é necessário que o ambiente atenda ao pré-requisito de divisão de circuitos. Dos ambientes que não atendem nível A ou B, 17 atendem apenas nível C, correspondendo a 12,9% da potência instalada.

4.2.1.4 Não atendem aos Pré-requisitos - nível D:

Os ambientes que não atendem ao pré-requisito de divisão de circuitos obtêm no máximo nível D. Dos ambientes avaliados 1 se encaixa nesta categoria, correspondendo a 2,9% da potência instalada.

4.3 SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR – NÍVEL B

A avaliação do sistema de condicionamento de ar engloba o Edificação Completa e possui 4.501,11 m² de área condicionada e 174,4 m² de área de permanência prolongada ventilada naturalmente (ambientes que são exceção à comprovação de conforto). O sistema é composto por Condicionadores não etiquetados e Condicionadores não etiquetados - Sistema VRF.

Não conformidades e ações corretivas:

- Durante a inspeção in loco foram verificadas algumas divergências em relação ao projeto encaminhado para avaliação:
 - Na entrada da DOCA foi instalado equipamento com potência maior que especificado em projeto;
 - Na Copa do 10º Pavimento foi instalado equipamento com potência maior (22.000 Btu/h) que o especificado em projeto.
- O solicitante verificou que o equipamento de 18.000 Btu/h, destinado a copa, não foi instalado em outro local da edificação.
- O solicitante encaminhou o projeto *as built*, para conferência destas alterações.

4.3.1 Pré-requisitos do Sistema de Condicionamento de Ar:**4.3.1.1 Sistema de Aquecimento de Ar – Não se aplica**

A edificação não possui equipamentos de aquecimento de ar.

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 5 de 26

4.3.1.2 Isolamento Térmico – Não atende o Pré-Requisito

A edificação possui isolamento térmico em todo o sistema, mas não atende as espessuras mínimas definidas pelo Regulamento Técnico. Assim, poderá obter no máximo nível B.

Para atender o pré-requisito de isolamento térmico é necessário:

- Aumentar o isolamento térmico das tubulações, atendendo as espessuras mínimas descritas na Tabela 5.2 do regulamento vigente.

4.4 INSPEÇÃO GERAL – NÍVEL A

A edificação foi avaliada para emissão da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) Geral, processo onde os três sistemas são avaliados e suas classificações ponderadas. Os sistemas da edificação avaliada obtiveram as classificações descritas nos itens acima, além de 1,0 ponto de bonificação. Assim, através da ponderação a edificação obtém A, desde que atenda também os pré-requisitos para este nível.

4.4.1 Pré-Requisitos Gerais:

4.4.1.1 Circuitos elétricos – Não se Aplica

As edificações devem possuir circuito elétrico separado por uso final ou possuir equipamentos que possibilitem a medição.

Observações: pré-requisito aplicável apenas para edificações construídas após 2009, data de lançamento da primeira versão do RTQ-C.

Este pré-requisito não se aplica, uma vez que o hotel possui desligamento automático nos quartos.

4.4.1.2 Aquecimento de água – Atende nível A

Edificações com elevada demanda de água quente devem possuir sistema de aquecimento de água eficiente.

A edificação possui os seguintes sistemas de aquecimento de água: Sistema de aquecimento solar e aquecedores a gás tipo instantâneo, podendo obter nível A.

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 6 de 26

5 PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO

- 5.1 PI: Inspeção de E. E. E. Comercial – Envoltória - Método Prescritivo - PI-001
- 5.2 PI: Inspeção de E. E. E. Comercial – Sistema de Iluminação - Método Prescritivo - PI-002
- 5.3 PI: Inspeção de E. E. E. Comercial – Sistema de Cond. de Ar - Método Prescritivo - PI-003
- 5.4 PI: Inspeção de E. E. E. Comercial – Geral - Método Prescritivo - PI-005

6 NORMAS DE REFERÊNCIA

- 6.1 Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. RTQ-C: Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010, Portaria nº 17 de 16 de janeiro de 2012, Portaria nº 299, de 19 de junho de 2013.
- 6.2 Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações. RAC: Portaria nº 50, de 01 de fevereiro de 2013.
- 6.3 Consideração para ambientes de permanência prolongada não condicionados com geração de calor e/ou frio. Nota Técnica nº 10, de 20 de maio de 2015.

7 PADRÕES UTILIZADOS (SMP)

- 7.1 Trena de Fibra de Vidro de 30 m – Nº Registro (CERTI): RC 6437

Incerteza de Medição: 0,011 m

Rastreabilidade Metrológica: Certificado de Calibração CERTI 0463/15, de 26/02/15, válido até 02/16.

- 7.2 Trena Laser – Nº Registro (CERTI): RC 7590

Incerteza de Medição: 0,004 m

Rastreabilidade Metrológica: Certificado de Calibração CERTI 2650/15, de 19/08/15, válido até 08/16.

- 7.3 Trena – Nº Registro (CERTI): RC 7591

Incerteza de Medição: 0,001 m

Rastreabilidade Metrológica: Certificado de Calibração CERTI 3016/15, de 16/09/15, válido até 09/16.

- 7.4 Espectrômetro de Refletância – Nº Registro (CERTI): RC 8048.

- 7.5 Padrão de Referência de Absortância – Nº Registro (CERTI): ER-001A

Incerteza de Medição: 2%

Rastreabilidade Metrológica: Certificado de Calibração LFFS/UFSC LFFS 0001/15, de 02/09/15, válido até 09/19.

- 7.6 Bússola – Nº Registro (CERTI): RC 8524.

Relatório de Inspeção**Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos****nº 0342/16**

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 7 de 26

8 DETALHAMENTO DA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA**8.1 ENVOLTÓRIA****8.1.1 Dados Declarados**

Para avaliação do projeto, o solicitante pode enviar o levantamento de dados de algumas informações. Estes são verificados amostralmente pelo OI3E, conforme determinado no RAC. A tabela abaixo informa quais dados foram declarados e se foram utilizados na inspeção.

Tabela 1 – Dados declarados pelo solicitante

Dados	Declarado pelo solicitante	Utilizado pelo OI3E	Observações
Área total Volume da edificação Área de fachadas	Sim	Não	Os valores declarados têm diferença maior que a tolerância estabelecida pelo RAC. Áreas levantadas pelo OI3E.
Área de cobertura	Sim	Sim	Utilizados os valores enviados pelo cliente
Aberturas	Sim	Não	Utilizados os valores levantados em campo
Relação paredes e coberturas	Sim	Sim	Utilizados os materiais listados pelo cliente.

8.1.2 Indicador do Consumo (IC)**8.1.2.1 Orientação solar:**

A edificação possui fachada principal voltada para Norte, com azimute de 319,1º.

8.1.2.2 Aberturas Verticais:

A edificação possui 391,36 m² de área de aberturas verticais, com fator solar médio igual a 0,43, resultado em um Percentual de Abertura na Fachada total (PAF_T) igual a 7,74%. A edificação não possui aberturas voltadas para a fachada Oeste.

Na inspeção em campo verificou-se uma amostra de 20% da área de abertura apresentada em projeto. As aberturas verificadas em campo estão listadas na tabela abaixo. Para o cálculo do PAF foram consideradas as aberturas levantadas em projeto e as levantadas em campo quando estas possuírem uma diferença maior que 5%.

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 8 de 26

Tabela 2 – Aberturas verificadas em campo

Abertura	Ambiente	Área de abertura Edifício construído (m²)
J13	Descanso funcionários	1,03
J07	Lobby	16,84
J06	Lobby	79,47
J01 (x7)	Dormitórios	0,82
J20 (x12)	Dormitórios	0,82
J20	Sala de manutenção	0,82
J20	Convenções	0,84

Fotografias



J07 – Lobby



J07 - Lobby



J01 e J20 - Dormitórios



J20 - Convenções



J13 – Descanso funcionários

8.1.2.3 Ângulo Vertical de Sombreamento (AVS):

A edificação não possui ângulos de sombreamento.

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

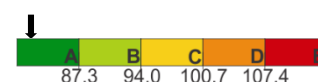
Página 9 de 26

8.1.2.4 Cálculo do Indicador do Consumo (IC)

O IC é calculado com base na forma, aberturas e proteções solares da edificação, considerando a Zona Bioclimática da edificação. Abaixo tabela com os dados finais utilizados para o cálculo:

Tabela 3 – Dados para cálculo do IC

Parâmetros	Valor	Unidade
Zona Bioclimática	02	Adimensional
Área de projeção do edifício (A_{PE})	816,56	m ²
Área de envoltória (A_{Env})	5.956,97	m ²
Volume Total (V_{Tot})	29.540,75	m ³
Área de projeção da cobertura (A_{PCob})	930,39	m ²
Área total (A_{Tot})	8.982,13	m ²
Fator de Forma (FF)	0,20	Adimensional
Fator Altura (FA)	0,10	Adimensional
Percentual de Abertura na Fachada (PAF)	7,7%	%
Fator Solar (FS)	0,43	Adimensional
Ângulo Vertical de Sombreamento (AVS)	0,00	Graus
Ângulo Horizontal de Sombreamento (AHS)	0,00	Graus
Índice de Consumo (IC) – Edifício Construído	82,28	



8.1.3 Pré-Requisitos

8.1.3.1 Transmitância Térmica (U):

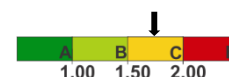
A partir do detalhamento das composições dos materiais que compõe a envoltória da edificação, verificou-se a transmitância térmica da cobertura e das paredes externas. A transmitância térmica é um pré-requisito para os níveis "A" a "D".

a. Cobertura

U_{cob} - Ambientes Condicionados = 0,56 W/m²K Atende nível B



U_{cob} - Ambientes Não Condicionados = 1,78 W/m²K Atende nível C



Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 10 de 26

Tabela 4 – Transmitância térmica e composição das coberturas

Composição	U (W/m²K)	Cobertura de ambientes cond.	
		Sim	Não
Proteção mecânica (0,10 m) e Laje concreto (0,20 m)	2,62		X
Proteção mecânica (0,10 m), Laje concreto (0,20 m), Câmara de ar (0,24 m) e Forro (dupla camada gesso acartonado 0,0125 m e isolante 0,05 m)	0,56	X	X
Proteção mecânica (0,10 m), Laje concreto (0,20 m), Câmara de ar (0,24 m) e Forro de gesso acartonado (0,0125 m)	1,59		X
Proteção mecânica (0,10 m), Laje concreto (0,20 m), Câmara de ar (0,37 m) e Forro de PVC	1,45	X	

b. Paredes Externas

$U_{par} = 1,73 \text{ W/m}^2\text{K}$ Atende nível B

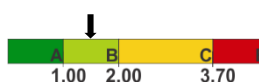


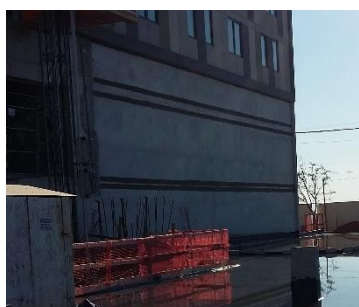
Tabela 5 – Transmitância térmica e composição das paredes

Composição	U (W/m²K)
Alvenaria com tijolos cerâmicos de 06 furos de 21cm, com espessura final de 25 cm	1,70
Pilar concreto 21 cm, com espessura final de 25cm	3,08
Gesso acartonado, Lã de vidro, Gesso acartonado, câmara de ar e placa de concreto de 10 cm.	0,65

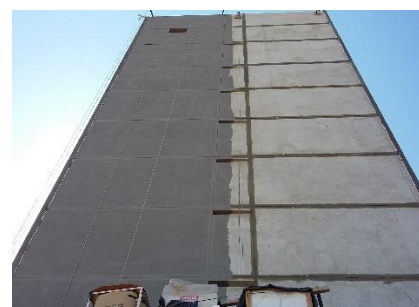
c. Fotografias



Cobertura



Composição da parede



Composição da parede

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 11 de 26

8.1.3.2 Absortância Solar (α)

A partir do detalhamento das composições dos materiais e cores que compõem a envoltória da edificação, verificou-se a absortância solar da cobertura e das paredes externas. A absortância solar é um pré-requisito para os níveis "A" e "B".

a. Cobertura

$$\alpha_{cob} = 0,7$$

Atende nível C

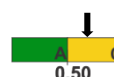


Tabela 6 – Absortância solar e revestimento das coberturas

Revestimento	α
Laje Impermeabilizada em concreto aparente	0,70

b. Paredes Externas

$$\alpha_{par} > 0,5$$

Atende nível B

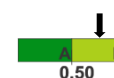


Tabela 7 – Absortância solar e revestimento das paredes

Revestimento	α
Painel de vedação de concreto - Cor Branca	0,50
Painel de vedação de concreto - Cor Cinza Claro	0,57
Painel de vedação de concreto - Cor Cinza Escuro	0,87
Painel de vedação de concreto - Cor Verde	0,66
Massa Texturizada - concreto escuro	0,86

c. Fotografias



Laje em concreto aparente



Fachada principal



Fachada lateral

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 12 de 26

8.1.3.3 Percentual de Abertura Zenital (PAZ)

Através de informações em relação às aberturas com ângulo menor que 60° em relação ao plano horizontal, calcula-se o percentual de abertura zenital (PAZ). Compara-se o PAZ e FS com os valores limites presente no RTQ-C. O PAZ é um pré-requisito para os níveis de eficiência "A" e "B".

A edificação não possui aberturas zenitais.

8.1.4 **Classificação da Envoltória:**

A partir do índice de consumo e do atendimento aos pré-requisitos da envoltória obteve-se a seguinte classificação:

EqNumEnv: 3,0

NÍVEL: C

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 13 de 26

8.2 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

8.2.1 Dados do Edifício:

Parcela do Edifício Avaliada: Edificação Completa

Método: Método da área

8.2.2 Dados Declarados

Para avaliação do projeto o solicitante pode enviar o levantamento de dados de algumas informações. Estes são verificados amostralmente pelo OI3E, conforme determinado no RAC. A tabela abaixo informa quais dados foram declarados e se estes foram utilizados na inspeção.

Tabela 8 – Dados declarados pelo solicitante

Dados	Declarado pelo solicitante	Utilizado pelo OI3E	Observações
Área Útil	Sim	Parcial	Os ambientes que não estavam listados na declaração foram levantados pelo OI3E.
Atividades (ambiente ou principal)	Sim	Sim	Utilizados os valores enviados pelo cliente

8.2.3 Avaliação do Sistema de Iluminação

8.2.3.1 Método da área do edifício

Tabela 9 – Potência instalada para cada atividade principal

Atividades	Área (m²)	Potência instalada (W)	Potência Limite (W)			
			Nível A	Nível B	Nível C	Nível D
Função 1: Hotel	8.280,51	58.808,53	89.429,46	102.678,27	115.927,08	130.003,94
Função 2:	-	-	-	-	-	-
Função 3:	-	-	-	-	-	-
Total	8.280,51	58.808,53	89.429,46	102.678,27	115.927,08	130.003,94
EqNum	5,00		A	B	C	D



8.2.4 Pré-Requisitos

Todos os ambientes avaliados deverão atender aos pré-requisitos exigidos pelo nível A, conforme EqNum atingido pelo sistema de iluminação.

Relatório de Inspeção**Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos****nº 0342/16**

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 14 de 26

8.2.4.1 Nível A:

492 ambientes atendem aos pré-requisitos: Divisão de Circuitos; Contribuição da Luz Natural e Desligamento automático. Estes ambientes possuem uma potência de 49.521,71 W.

8.2.4.2 Nível B:

Nenhum ambiente atende apenas este nível.

8.2.4.3 Nível C:

17 ambientes não atendem ao pré-requisito de contribuição de luz natural. Estes ambientes possuem uma potência de 7.558,82 W. Os ambientes que não atendem este pré-requisito estão listados na Tabela 10.

8.2.4.4 Nível D:

1 ambiente não atende ao pré-requisito de Divisão de Circuitos, podendo atingir no máximo nível D. Este ambiente possui uma potência de 1.728,00 W. Este ambiente está listado na Tabela 10. O estacionamento não possui o acionamento separado por áreas menores que 250 m².

8.2.4.5 Relação de ambientes sem atendimento aos pré-requisitos:

A tabela abaixo lista os ambientes sem atendimento aos pré-requisitos para o nível A

Tabela 10 – Ambientes que não atendem aos pré-requisitos.

Ambiente	Divisão de Circuitos	Contribuição de Luz Natural	Desligamento Automático	Nível Máximo
Subsolo 1 - Estacionamento	Não	N/A	Sim	D
Térreo – Lavanderia	Sim	Não	N/A	C
Térreo - Descanso Funcionários	Sim	Não	N/A	C
Térreo - Administração	Sim	Não	N/A	C
2º Pavimento - Restaurante	Sim	Não	N/A	C
2º Pavimento - Refeitório	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Convenções	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Foyer	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Circulação Social e Hall de Elevadores	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sala de Reunião 1	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sala de Reunião 2	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sala de Reunião 3	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sala de Reunião 4	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Depósito	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sanitário Feminino	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sanitário Masculino	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Copa	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sala de Manutenção	Sim	Não	N/A	C

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 15 de 26

8.2.5 Verificação em Campo

Na inspeção em campo verificou-se uma amostra de 12,5% da área verificada para o sistema de iluminação. Os ambientes verificados em campo estão listados na tabela abaixo, para o cálculo da potência instalada foram consideradas as potências levantadas em projeto e as levantadas em campo quando estas possuírem uma diferença maior que 2%. O atendimento aos pré-requisitos é considerado aquele levantado em campo.

Tabela 11 – Potência instalada e atendimentos aos pré-requisitos verificados em campo.

Ambiente	DPI _{Campo} (W/m²)	Divisão de Circuitos	Contribuição de Luz Natural	Desligamento Automático
Subsolo 1 - Área Técnica	8,21	Sim	N/A	N/A
Subsolo 1 - Depósito Da Rouparia	4,36	Sim	N/A	N/A
Térreo - RH	8,57	Sim	N/A	N/A
Térreo - Circulação de Serviço e Operação	3,28	Sim	N/A	N/A
Térreo - Apoio Cozinha	5,38	Sim	N/A	N/A
Térreo - Vestiários Femininos Funcionários	10,40	Sim	N/A	N/A
Térreo - Gerência	2,75	Sim	Sim	N/A
Térreo - Sanitário Feminino	13,43	Sim	N/A	N/A
Térreo - CPD	6,37	Sim	N/A	N/A
3º Pavimento - Hall de Elevador Serviço	1,88	Sim	N/A	N/A
3º Pavimento - Circulação entre Quartos	5,43	Sim	N/A	N/A
3º Pavimento - Hall de Elevadores Sociais	11,69	Sim	N/A	N/A
3º Pavimento - Rouparia	9,84	Sim	N/A	N/A
3º Pavimento - Carrinhos	2,16	Sim	N/A	N/A
4º Pavimento - Circulação entre Quartos	5,43	Sim	N/A	N/A
6º Pavimento - Depósito	9,17	Sim	N/A	N/A
6º Pavimento - Rack	14,71	Sim	N/A	N/A
Apartamento 3 Estrelas – Dormitório	2,14	Sim	N/A	N/A
Apartamento 3 Estrelas - Banheiro	33,56	Sim	N/A	N/A
7º Pavimentos - Hall de Elevadores Sociais	11,69	Sim	N/A	N/A
5º Pavimento - Rouparia	0,87	Sim	N/A	N/A
Apartamento 4 Estrelas – Dormitório	1,41	Sim	N/A	N/A
Apartamento 4 Estrelas – Banheiro	43,39	Sim	N/A	N/A
9º Pavimento - Fitness	1,61	Sim	N/A	N/A
10º Pavimento - Convenções	7,37	Sim	Não	N/A
10º Pavimento - Sala De Reunião 3	8,41	Sim	Não	N/A
10º Pavimento - Sala De Reunião 4	6,09	Sim	Não	N/A
Escada 02	6,35	Sim	N/A	N/A

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 16 de 26

8.2.5.1 Sistema de Iluminação - Fotografias



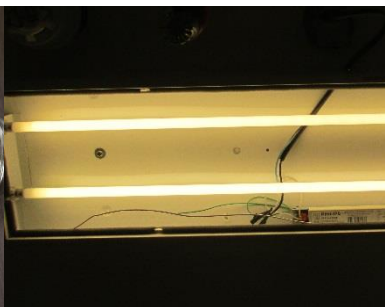
Arandela com 1 lâmpada de 15W



Lâmpada LED 6,5 W



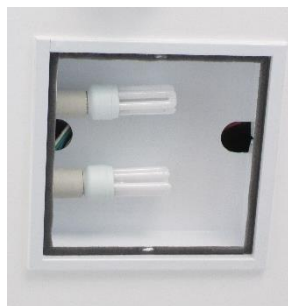
Lâmpada arandelas quarto



Luminária roupaia



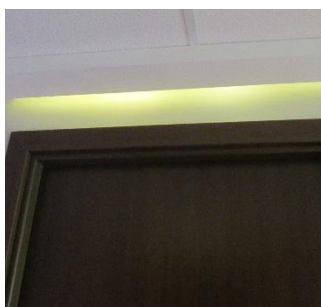
LED PHILIPS de 11 W



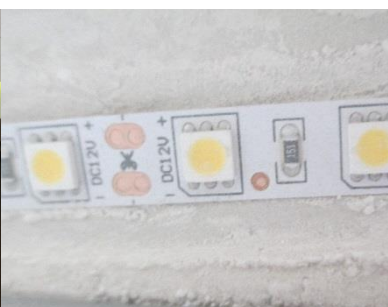
Luminária c/ 2 lâmp. fluorescentes de 15W



Arandela – Pilares do Restaurante



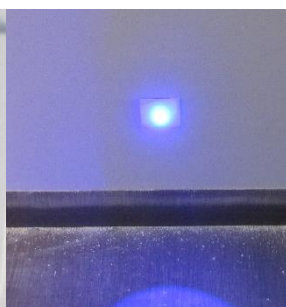
Porta Quartos com iluminação de Fita LED



Fita de LED



Lâmpada LED 5,5 W



Balizador em LED



Iluminação Hall Elevadores



Iluminação Lobby

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 17 de 26

8.2.6 Conjuntos do Sistema de iluminação:

Tabela 12 – Lista de Conjuntos identificados na edificação

Conjunto de iluminação (Lâmpadas, reatores e fontes)	Potência conjunto (W)	Quantidade de luminárias
Luminária com 2 lâmpadas fluorescentes tubular T5 de 28 W e Reator Philips EL214-28A26	62	40
Arandela com lâmpada de 60 W	60	121
Lâmpada LED PHILIPS de 11 W	11	28
Luminária de embutir - lâmpada LED S.Star PAR16 5,5 W	5,5	1.104
Luminária de embutir - lâmpada LED AR111 12 W	12	71
Luminária com 2 lâmpadas fluorescentes de 15 W	30	157
Fita LED IP20 REMANCI 12 W	12	461,3 m
2 Fluorescente de 16 W	32	7
2 Fluorescente de 32 W	70	4
Arandela Restaurante	7	16
Ponto de iluminação	100	54
Arandela com lâmpada LED PHILIPS de 6,5 W	6,5	485
Luminária interlight (1xT5 de 14 W e 2x Dicroicas de 50 W)	116	175
Balizador Interlight 3911 WW	2,5	192
Ponto LED dormitório	2	80
Luminária com 1 lâmpada fluorescentes de 15 W	15	13
Luminária de embutir - lâmpada LED 5 W	5	10
Lâmpada dicroica de 50 W	50	15

8.2.7 Classificação do Sistema de Iluminação

Considerando-se a potência instalada e os pré-requisitos, o sistema de iluminação obteve-se a seguinte classificação:

EqNumDPI: 4,7

NÍVEL: A



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 18 de 26

8.3 SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

Parcela do Edifício Avaliada: Edificação Completa

Área Condicionada (m²): 4.501,11 m²

Sistema utilizado: Equipamentos não regulamentados e tipo VRF.

8.3.1 Avaliação de sistemas de condicionamento de ar não regulamentados pelo INMETRO

8.3.1.1 Eficiência dos Condicionadores de Ar:

Tabela 13 - Lista de Equipamentos não regulamentados

Marca	Modelo Evaporadora / Condensadora	Capac.	Capac. (kW)	COP (W/W)	Nível	Qtde.
Hitachi	RPKIV22BB / RAAIV22BH	22.000,0 Btu/h	6,4	3,5	A	1
Hitachi	RPKIV22BB / RAAIV22BH	22.000,0 Btu/h	6,4	3,5	A	1
Hitachi	RVT200+RTC200 / RAP200E7IV	64,0 kW	64,0	3,0	C	1
Hitachi	RVT200+RTC200 / RAP200E7IV	64,0 kW	64,0	3,0	C	1
Hitachi	RAA060AIV	48.000,0 Btu/h	14,1	3,0	C	5
Hitachi	RAA050AIV	42.000,0 Btu/h	12,3	3,3	A	1
Hitachi	RPC 4,0 FSNSM3 / RAA040AIV	32.000,0 Btu/h	9,4	2,8	D	1
Hitachi	RPKIV18BH / RAAIV18BH	18.000,0 Btu/h	5,3	3,5	A	1
Hitachi	RPC 4,0 FSNSM3 / RAA040AIV	32.000,0 Btu/h	9,4	2,8	D	1
Hitachi	RPC 4,0 FSNSM3 / RAA040AIV	32.000,0 Btu/h	9,4	2,8	D	1
Hitachi	RAA040AIV	32.000,0 Btu/h	9,4	2,8	D	1
Hitachi	RPC 4,0 FSNSM3 / RAA040AIV	32.000,0 Btu/h	9,4	2,8	D	6

8.3.1.2 Condicionadores não etiquetados - Sistema VRF

Tabela 14 - Lista de Equipamentos do Sistema VRF

Marca	Modelo Condensadora	Capac. (kW)	COP (W/W)	Nível	Qtde.
Hitachi	RAS32FSNM7B1	90,0	3,2	A	1
Hitachi	RAS32FSNM7B1	90,0	3,2	A	1
Hitachi	RAS28FSNM7B1	78,0	3,5	A	1
Hitachi	RAS28FSNM7B1	78,0	3,5	A	1
Hitachi	RAS28FSNM7B1	78,0	3,5	A	1
Hitachi	RAS28FSNM7B1	78,0	3,5	A	1
Hitachi	RAS28FSNM7B1	78,0	3,5	A	1

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 19 de 26

8.3.1.3 Fotografias



Condensadoras - Cobertura

8.3.1.4 Avaliação dos Requisitos para nível A:

a. Cálculo de Carga Térmica

Cumprido, conforme memorial.

b. Controle de Temperatura por Zona:

- Termostato por Zona: Cumprido, cada unidade evaporadora possui o seu termostato e atende a somente uma zona térmica.
- Faixa de Temperatura de Controle: Não se aplica, o sistema necessita de acionamento manual para escolha do modo refrigeração ou aquecimento.
- Aquecimento Suplementar: Não se aplica, o sistema não possui aquecimento suplementar.
- Aquecimento e Resfriamento Simultâneo: cumprido, o sistema não possui refrigeração e aquecimento simultâneos.

c. Sistema de Desligamento Automático:

Cumprido, a evaporadora de cada ambiente possui desligamento automático pelo cartão de acesso de cada quarto.

d. Isolamento de Zonas:

Cumprido, conforme apresentado nos projetos.

e. Controle e Dimensionamento do Sistema de Ventilação:

Não se aplica, nenhuma evaporadora possui potência de ventilação superior a 4,4 kW.

- Controles de Sistemas de Ventilação para Áreas com Altas Taxas de Ocupação: Não se aplica, não existe ambiente com alta taxa de ocupação.

f. Controles e Dimensionamento dos Sistemas Hidráulicos:

- Sistema de Vazão de Líquido Variável: Cumprido, o sistema é do tipo Fluxo de Refrigerante Variável.
- Isolamento de Bombas: Não se aplica ao sistema do tipo VRF.
- Controles de Reajuste da Temperatura de Água Gelada e Quente: Não se aplica ao sistema do tipo VRF.

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Relatório de Inspeção**Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos****nº 0342/16**

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 20 de 26

g. Equipamentos de Rejeição de Calor:

Não se aplica ao sistema do tipo VRF.

8.3.2 Eficiência do Sistema de Condicionamento de Ar**8.3.2.1 Sistemas apresentados:****Tabela 15 - Sistemas de condicionamento de ar**

Sistemas	Capacidade [kW]	Equivalente Numérico
Condicionadores etiquetados pelo INMETRO	-	-
Condicionadores não etiquetados	322,64	2,8
Condicionadores não etiquetados - Sistema VRF	570,09	5,0
Resfriadores de Líquidos	-	-

8.3.2.2 EqNum: 4,2

O equivalente numérico apresentado acima se refere à classificação inicial do sistema de condicionamento de ar, sem a verificação do atendimento aos pré-requisitos.

8.3.3 Pré-Requisitos**8.3.3.1 Isolamento térmico das tubulações:**

Não foi cumprido, pois as espessuras do isolamento térmico instaladas apresentam espessuras de 9 mm ou 13 mm e, portanto, não atende às espessuras mínimas exigidas para o nível A.

8.3.3.2 Condicionamento de ar por aquecimento artificial:

Não se aplica.

8.3.4 Classificação do Sistema de Condicionamento de Ar**EqNumCA: 4,2****NÍVEL: B**

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 21 de 26

8.4 GERAL

Parcela do Edifício Avaliada: Edificação Completa

Atividades Principais: Hotel

8.4.1 Pré-Requisitos Gerais

8.4.1.1 Circuitos Elétricos

Este pré-requisito não se aplica a hotéis que possuam desligamento automático dos quartos, podendo obter nível A.

8.4.1.2 Aquecimento de Água

A edificação pode atingir no máximo nível A.

a. Isolamento das Tubulações

Isolamento 1: Tubex

Tipo de tubulação: Não Metálicas

Situação: atende os limites do RTQ-C

b. Aquecimento Solar:

Demanda: 40%

Possui coletores solares Solar Minas Suntime, com ENCE A.

c. Aquecimento a Gás do Tipo Instantâneo:

Demanda: 60%

ENCE-PBE: A

Possui 5 equipamentos modelo Rinnai REU-2402 FEH, Potência 53,7 kW e rendimento 84%

8.4.1.3 Pré-Requisitos Gerais - Fotografias



Economizador de energia EE02



Reservatórios Solar Minas



Coletores solares – Solar Minas

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 22 de 26



Aquecedores a Gás – Rinnai



Isolamento térmico - Tubex



8.4.2 Bonificações (b): 1,0

Iniciativas que aumentem a eficiência da edificação podem receber até um ponto, na pontuação final.

8.4.2.1 Racionalização do Uso da Água – 0,98

Aplica-se a edificações com comprovação de economia de água pela utilização de sistemas economizadores, reuso de água ou captação de água pluvial.

Redução no consumo anual de água do edifício: 39%

Sistemas utilizados: equipamentos economizadores, água de reuso nas bacias sanitárias e água pluvial para jardins.

8.4.2.2 Aquecimento Solar de água – 0,57

Aplica-se a edificações que possuem alto consumo de água quente e utilizam sistema solar para aquecimento da água.

Fração Solar: 40%

8.4.2.3 Bonificações - Fotografias



Coletores Solares



Bacia Sanitária com dual Flush



Torneiras com arejadores



Relatório de Inspeção**Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos****nº 0342/16**

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 23 de 26

8.4.3 Pontuação Total (PT)

A Pontuação total da edificação é calculada a partir da área condicionada, área não condicionada e a classificação dos sistemas descritos acima.

Tabela 16 – Dados para cálculo da PT

Parâmetros	Valor	Unidade
Área Útil (AU)	7.890,00	m²
Área Condicionada (AC)	4.501,11	m²
Área Não Condicionada (ANC)	174,40	m²
Área de Permanência Transitória (APT)	3.214,48	m²
Envoltória (EqNumEnv)	3,00	Adimensional
Sistema de Iluminação (EqNumDPI)	4,65	Adimensional
Sistema de Condicionamento de Ar (EqNumCA)	4,24	Adimensional
Ventilação Natural (EqNumV)	5,00	Adimensional
Bonificações (b)	1,00	Adimensional
Pontuação Total – Edifício Construído		5,38

**8.4.4 Classificação Final**

Considerando a Pontuação Total alcançada pela edificação e o atendimento aos pré-requisitos gerais a edificação obtém a seguinte classificação final:

Pontuação Total: 5,4**Nível: A**

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 24 de 26

9 ARQUIVOS UTILIZADOS

Nome do Arquivo	Data Recebimento
389-GJP-CNF- Matriz de Documentos Procel	16/11/2015
PedidoAvaliaçãoNívelEficienciaEnergeticaFundCertiOC222147.pdf PedidoAvaliaçãoNívelEficienciaEnergeticaFundCertiOC222148.pdf	09/11/2015
Solicitação de Etiquetagem.pdf	16/11/2015
Termo de Compromisso.pdf / Contrato Social.pdf	16/11/2015
ART - KN - Instalações Elétricas / ART - KN - Instalações Hidráulicas	16/11/2015
ART - NS - Ar Condicionado / ART - FO - Arquitetura	17/11/2015
habite_se.jpg	02/02/2016
1. Envolória 2. Sistema de Iluminação 3. Sistema de Condicionamento de Ar 4. Pré Requisitos Gerais e Bonificações	03/12/2015
Email de 27/1/15 NF - LUMIVITA - 28dez2015.pdf	27/01/2016
Luminárias Apartamentos.jpg / Luminárias Lobby.jpg Luminárias Restaurante.jpg	22/01/2016
IMG_20160202_114814472.jpg / IMG_20160202_114832758.jpg IMG-20160201-WA0001.jpg / IMG-20160201-WA0002.jpg IMG-20160201-WA0003.jpg / IMG-20160201-WA0004.jpg IMG-20160201-WA0005.jpg	02/02/2016
4. Pré Requisitos Gerais e Bonificações	03/12/2015
389-BH-ARQ-001-LOC-R01.dwg / 389-EX-ARQ-001-SS-R15.dwg 389-EX-ARQ-002-TE-R12.dwg / 389-EX-ARQ-003-02P-R14.dwg 389-EX-ARQ-004-LT-R11.dwg / 389-EX-ARQ-005-03P-R11.dwg 389-EX-ARQ-006-04P_06P-R12.dwg / 389-EX-ARQ-007-05P_07P-R10.dwg 389-EX-ARQ-008-08P-R10.dwg / 389-EX-ARQ-009-09P-R10.dwg 389-EX-ARQ-010-10P-R14.dwg / 389-EX-ARQ-013-COB-R09	16/11/2015
389-EX-ARQ-014-CTAC-R07 / 389-EX-ARQ-015-CTB-R05	16/11/2015
389-EX-ARQ-016-FAN-R06 / 389-EX-ARQ-017-FAS-R05 389-EX-ARQ-018-FSN-R05	16/11/2015
389-EX-ARQ-101-CAIX-R09.dwg / 389-EX-ARQ-102-CAIX-R10.dwg 389-EX-ARQ-103-CAIX-R10.dwg / 389-EX-ARQ-104-CAIX-R11.dwg 389-EX-ARQ-105-CAIX-R11.dwg / 389-EX-ARQ-106-CAIX-R11.dwg 389-EX-ARQ-107-CAIX-R11.dwg / 389-EX-ARQ-109-CAIX-R01.dwg	16/11/2015
Declaração de Caracterização da Envolória/ Declaração Sistema de Iluminação Declaração Sistema de Condicionamento de Ar	16/11/2015
389-PE-INF-EL-041-10P-R00-AB (R02).dwg	22/01/2016
389-ASBUILT-ARC-001(...) R00.dwg a 389-ASBUILT-ARC-004(...) R00.dwg 389-ASBUILT-ARC-006 (...) R00.dwg a 389-ASBUILT-ARC-008 (...) R00.dwg 389-ASBUILT-ARC-011(...) R00.dwg a 389-ASBUILT-ARC-016 (...) R00.dwg	22/01/2016

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 25 de 26

Nome do Arquivo (continuação)	Data Recebimento
389-EX-ARC-001-MD-R01.pdf HOTEL_AEROPORTO_TANCREDONEVES_-_3º_PAV._TIPO_Revisão_1.pdf a HOTEL_AEROPORTO_TANCREDONEVES_-_9º_PAV._TIPO_Revisão_1.pdf	16/11/2015
389-PE-INF-EL-001-A-1S-R06-AB.DWG / 389-PE-INF-EL-001-B-1S-R06-AB.DWG 389-PE-INF-EL-002-1S-R03.DWG 389-PE-INF-EL-003 (...) R06.DWG a 389-PE-INF-EL-006 (...) R06.DWG 389-PE-INF-EL-007-2P-R05-AB.DWG / 389-PE-INF-EL-008-2P-R05.DWG 389-PE-INF-EL-009-2P-R06.DWG / 389-PE-INF-EL-010-IN-R05-AB.DWG 389-PE-INF-EL-011-3P-R04.DWG / 389-PE-INF-EL-012-3P-R03.DWG 389-PE-INF-EL-013-3P-R04.DWG / 389-PE-INF-EL-014-4P-R03.DWG 389-PE-INF-EL-015-4P-R03.DWG / 389-PE-INF-EL-016-4P-R04.DWG 389-PE-INF-EL-017 (...) R05 (...) DWG a 389-PE-INF-EL-022 (...) R05.DWG 389-PE-INF-EL-023-IN-R02.DWG / 389-PE-INF-EL-024-IN-R04.DWG 389-PE-INF-EL-025-AT-R03.DWG / 389-PE-INF-EL-026-AT-R03.DWG 389-PE-INF-EL-027-AT-R04.DWG / 389-PE-INF-EL-028-CO-R03.DWG 389-PE-INF-EL-029-CO-R05.DWG / 389-PE-INF-EL-030-NA-R05-AB.dwg 389-PE-INF-EL-031-NA-R04.DWG / 389-PE-INF-EL-032-NA-R04.DWG 389-PE-INF-EL-033-NA-R06-AB.DWG / 389-PE-INF-EL-034-NA-R07-AB.DWG 389-PE-INF-EL-035-NA-R06.DWG / 389-PE-INF-EL-036-NA-R05.DWG 389-PE-INF-EL-037-NA-R07-AB.DWG / 389-PE-INF-EL-038-NA-R06-AB.DWG 389-PE-INF-EL-039-NA-R07-AB.DWG / 389-PE-INF-EL-040-NA-R00.DWG 389-PE-INF-EL-042-10P-R00.DWG / 389-PE-INF-EL-043-10P-R00.DWG"	16/11/2015
389-PE-INF-EL-100-MD-R03 TES.pdf	26/11/2015
Certificado - Coletores Solares / Certificado - Reservatórios Térmicos	16/11/2015
389-PE-INF-HI-001-1S-R08 AB.dwg / 389-PE-INF-HI-002-TE-R09 AB.dwg 389-PE-INF-HI-003-2P-R07 AB.dwg / 389-PE-INF-HI-004-IN-R08 AB.dwg 389-PE-INF-HI-005-3P-R06 AB.dwg / 389-PE-INF-HI-006-4P-R06 AB.dwg 389-PE-INF-HI-007-4P-R07 AB.dwg / 389-PE-INF-HI-009-TI-R07 AB.dwg 389-PE-INF-HI-010-10-R01 AB.dwg / 389-PE-INF-HI-011-CO-R04.DWG 389-PE-INF-HI-012-NA-R06.DWG a 389-PE-INF-HI-015-NA-R06.DWG 389-PE-INF-HI-016-NA-R07.DWG a 389-PE-INF-HI-019-NA-R07.DWG	16/11/2015
389-PE-INF-HI-100-MD-R04 TES.pdf / 389-PE-INF-HI-200-MD-R02 TES.pdf	16/11/2015
389-PE-INF-HI-201-MD-R02.PDF	16/11/2015
Fechadura RFID Omnitec.pdf / Manual tecnico Economizador Modelo EE02.pdf	22/01/2016

Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

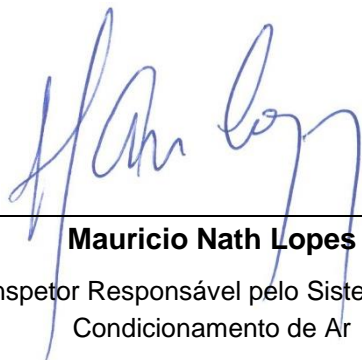
Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

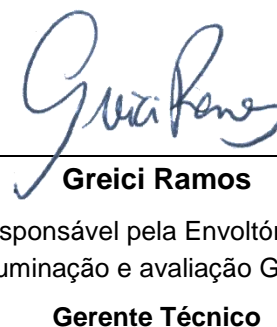
Página 26 de 26

10 RESPONSABILIDADE DO PROPRIETÁRIO

- a. Cumprir com todas as condições estabelecidas no RAC e no RTQ-C;
- b. Arcar diretamente com as responsabilidades técnica, civil e penal relativas à edificação etiquetada/inspecionada;
- c. Comunicar ao OIA, no momento da solicitação da inspeção *in loco*, qualquer alteração que implique em mudanças na edificação entre as etapas de inspeção de projeto e inspeção *in loco*;
- d. Cumprir com as Normas Brasileiras aplicáveis e as disposições referentes à ENCE determinadas no RAC;
- e. Acatar e facilitar os trabalhos de inspeção e possíveis atualizações e conferência de dados executados pelos OIAs;
- f. Acatar as decisões tomadas pelo Inmetro, conforme as disposições do RAC, portaria nº 50/2013 do INMETRO;
- g. Zelar pela manutenção das características construtivas que garantiram o nível de eficiência descrito na ENCE obtida;
- h. Solicitar autorização para a publicidade, observando o disposto na Portaria Inmetro nº 179, de 16 de junho de 2009.
- i. Toda publicidade coletiva que implique reconhecimento oficial de assuntos relacionados com a ENCE é de competência do Inmetro. Não deve haver publicidade envolvendo a ENCE que seja depreciativa, abusiva, falsa ou enganosa, bem como em outros produtos, que não aqueles objetos da autorização de uso. A divulgação publicitária deve ser submetida à prévia análise de conteúdo pelo Inmetro através do e-mail pbe@inmetro.gov.br.



Mauricio Nath Lopes
Inspetor Responsável pelo Sistema de
Condicionamento de Ar



Greici Ramos
Inspetor Responsável pela Envolvória, Sistema de
Iluminação e avaliação Geral.
Gerente Técnico